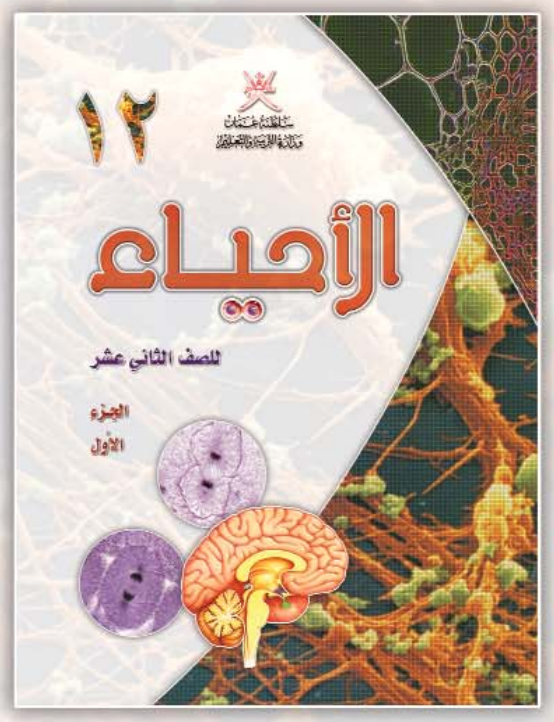
سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

١٢

الأحياء

للصف الثاني عشر

الجزء
الأول



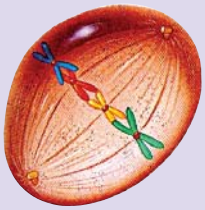
www.moe.gov.om

عزيزي الطالب : محافظتك على كتابك المدرسي قيمة حضارية

حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم

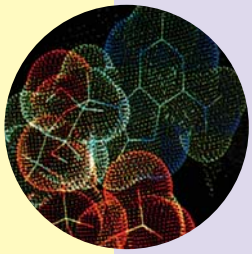
المحتويات

الموضوع	الصفحة
المحتويات	٥
تقديم	٩
المقدمة	١٠
الوحدة الأولى الانقسام والتنفس الخلوي	١٢
Cell Division and Respiration	
الفصل الأول : الانقسام الخلوي Cell Division	١٤
١-١ تركيب الخلية	١٧
أولاً : غشاء الخلية	١٨
ثانياً : السيتوبلازم	١٨
ثالثاً : النواة	٢٣
١-٢ دورة الخلية	٢٣
١-المرحلة البينية	٢٤
٢-مرحلة انقسام الخلية	٢٥
١-٣ الانقسام غير المباشر	٢٥
الاستكشاف (١) : الانقسام غير المباشر	٢٥
١-الطور التمهيدي	٢٦
٢-الطور الاستوائي	٢٦
٣-الطور الانفصالي	٢٦
٤-الطور النهائي	٢٦
١-٤ الانقسام الاختزالي	٢٨
الاستكشاف (٢) : الانقسام الاختزالي	٢٩
أ-الانقسام الاختزالي الأول	٣٠
ب-الانقسام الاختزالي الثاني	٣١
١-٥ تطبيقات على انقسامات الخلية الحية	٣٣
-الاستنساخ	٣٣
الاستكشاف (٣) : استنساخ عُقل النبات	٣٤
١-٦ اختلالات الانقسام الخلوي	٣٦
-الانقسام الاختزالي غير الطبيعي	٣٦
-الأورام	٣٨
الاستكشاف (٤) : مقارنة خلايا طبيعية بخلايا سرطانية	٣٩
أسئلة الفصل	٤٠



الموضوع	الصفحة

الفصل الثاني : التنفس الخلوي Cellular Respiration ٤٤



٢-١ **مفهوم التنفس** ٤٧
الاستكشاف (١) : أكسدة المواد الغذائية ٤٨
٢-٢ **التنفس الخلوي** ٥١
- التنفس الخلوي الهوائي ٥١
٢-٣ **دور جزيئات الطاقة *ATP* في أيض الخلية** ٦٠
- تركيب جزيء *ATP* ٦٠
الاستكشاف (٢) : الرياضة ترفع من كفاءة التنفس الخلوي ٦١
٢-٤ **ضبط التنفس الهوائي** ٦١
٢-٥ **أيض المواد الغذائية** ٦٢
-معدل الأيض ٦٣
الاستكشاف (٣) : معدل الأيض الأساسي ٦٤

٢-٦ **التنفس اللاهوائي** ٦٦
-التخمر ٦٦
٢-٧ **كيف استفاد الإنسان من فكرة التخمر** ٦٩
-صناعة الخبز ٦٩
-التخليل ٦٩
-إنتاج الغاز الحيوي ٦٩
٢-٨ **بعض التأثيرات السلبية للعلوم والتقانة على عملية التنفس** ٧٠
أسئلة الفصل ٧١

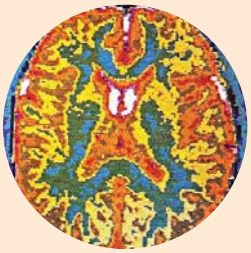
الوحدة الثانية التنظيم العصبي والهرموني ٧٦
Nervous and Endocrine Control

الفصل الثالث : التنظيم العصبي Nervous Control ٧٨

٣-١ **تركيب الخلية العصبية** ٨١
-جسم الخلية ٨١
-الشجيرات العصبية ٨١
-المحور الاسطواني ٨١
٣-٢ **أنواع الخلايا العصبية** ٨٢
٣-٣ **السيال العصبي** ٨٣
-جهد الراحة ٨٣
-جهد الفعل ٨٤

الموضوع	الصفحة

خصائص السيال العصبي ٨٦
-مبدأ الكل أو العدم ٨٦
-فترة الجموح ٨٦
الاستكشاف (١) : الإشارة العصبية ٨٦
٣-٤ التشابك العصبي ٨٧
٣-٥ أقسام الجهاز العصبي ٨٨
-أولاً : الجهاز العصبي المركزي ٨٨
الاستكشاف (٢) : سرعة الاستجابة ٩٣
-ثانياً : الجهاز العصبي الطرفي ٩٣
٣-٦ أعضاء الحس ٩٥
-العين والإبصار ٩٥
الاستكشاف (٣) : البقعة العمياء ٩٧
-الأذن والسمع ٩٨
-اللمس ٩٩
-الشم والتذوق ١٠٠
٣-٧ العقاقير والجهاز العصبي ١٠١
-المنبهات ١٠٢
-المهدئات ١٠٢
-المخدرات ١٠٣
-الماريجونا ١٠٣
-الحشيش ١٠٣
-التبغ ١٠٣
٣-٨ أمراض الجهاز العصبي ١٠٤
-مرض الزهايمر ١٠٤
-مرض باركنسون ١٠٥
-الصرع ١٠٦
٣-٩ التقانات الحديثة والجهاز العصبي ١٠٧
-أسئلة الفصل ١٠٩



الموضوع	الصفحة

الفصل الرابع : التنظيم الهرموني Endocrine Control ١١٢

٤ - ١ **التنظيم الهرموني في الإنسان** ١١٥

٤ - ٢ **أهم الغدد الصماء في جسم الإنسان** ١١٦

أ-الغدة النخامية ١١٧

ب-الغدة الدرقية ١١٩

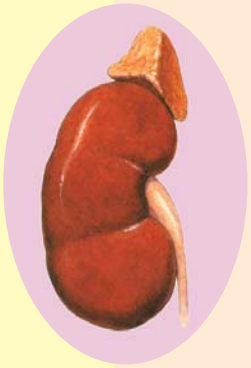
ج-الغدد جارات الدرقية ١٢٠

د-غدة البنكرياس ١٢١

الاستكشاف (١) : تحديد مستوى السكر ١٢٣

هـ-الغدة الكظرية ١٢٤

و-الغدة الزعترية (الثيموسية) ١٢٥



ز-الغدة الصنوبرية ١٢٥

ح-الغدد التناسلية ١٢٦

٤ - ٣ **آليات استقبال وعمل الهرمونات** ١٢٦

أ-آلية استقبال وعمل الهرمونات الببتيدية ١٢٦

ب-آلية استقبال وعمل الهرمونات الستيرويدية ١٢٧

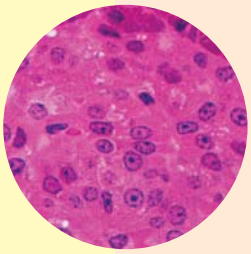
الاستكشاف (٢) : ذوبانية المواد العضوية ١٢٨

٤ - ٤ **تنظيم إفراز الهرمونات** ١٢٩

-آلية التغذية الراجعة ١٢٩

٤ - ٥ **صحة الجهاز الهرموني** ١٣١

-الأمراض التي تصيب الجهاز الهرموني ١٣١



٤ - ٦ **تقانات حديثة في مجال الهرمونات** ١٣٤

-أسئلة الفصل ١٣٥

-ارتباط علم الأحياء بالمهن ١٣٨

-المراجع العربية ١٣٩

-المراجع الأجنبية ١٤٠

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين ، وبعد،،

نتيجة لما يشهده المجتمع العُماني من تطورات متسارعة في مختلف مناحي الحياة كغيره من المجتمعات المعاصرة ، سعت وزارة التربية والتعليم إلى تطوير التعليم في السلطنة وتحديثه ؛ بما يتلاءم وهذه التطورات ، مراعية في ذلك خصوصية المجتمع ، وهويته الثقافية .

ويعد الكتاب المدرسي من الركائز الأساسية في المنظومة التعليمية ، وإحدى الوسائل المهمة في توصيل المعلومات ، والمهارات ، والقيم ، والاتجاهات إلى الطلاب ، وإحدى حلقات الوصل القائمة بين المدرسة والبيت . وعلى هذا الأساس فقد حظي باهتمام بالغ من التطوير ، والتجديد ، وسعت الوزارة إلى ضمان تكامله مع المصادر التعليمية الأخرى ؛ كمركز مصادر التعلم ، والوسائل والتجهيزات التربوية الحديثة ، أما بالنسبة لموضوعاته فقد تم اختيارها لتناسب مستويات الطلاب في كل مرحلة عمرية ، وتتوافق مع خصائص نموهم ، وثقافتهم الاجتماعية، وطبيعة العصر ، واحتياجاته، ومتطلباته المستقبلية ، وعرضت تلك الموضوعات بأسلوب مشوق وجذاب، مشتملة على بعض الصور والأشكال التوضيحية .

ولزيادة فاعلية الكتاب المدرسي ، اهتمت الوزارة بتدريب المعلمين على الاستخدام الأمثل له ، وتبصيرهم بكيفية توظيف الوسائل المصاحبة له ، توظيفا يمكنهم من إيصال المعلومة إلى أذهان الطلاب بسهولة ويسر، ويساعدهم على امتلاك المهارات ؛ لمعالجة الموضوعات بشكل واضح ، ودقيق .

ونأمل من خلال تكاتف جهود أولياء الأمور ، والمعلمين ، وأبنائي الطلاب أن يحقق الكتاب المدرسي الأهداف المرسومة له .

نسأل الله لنا جميعا التوفيق والسداد ، ولمسيرتنا التربوية التقدم ، والرقي ، تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم ، حفظه الله ورعاه .

والله ولي التوفيق

يحيى بن سعود السليمي
وزير التربية والتعليم

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

عزيزي الطالب :

يسرنا أن نقدم لك كتاب الأحياء للصف الثاني عشر، والذي ستختتم به حياتك المدرسية، وستنتقل بعد ذلك إلى دراستك العليا بإذن الله وأنت تمتلك ناصية المعرفة والمهارة التي اكتسبتها طوال سنين تعلمك في المدرسة .

يعد كتاب الأحياء للصف الثاني عشر امتدادا لما تعلمته في كتب العلوم في الصفوف السابقة، وفي كتاب الأحياء في الصف الحادي عشر، كما أنه يعد رافدًا آخر في البحث والاستقصاء والتفكير العلمي المبني على المعرفة والتجريب، وذلك من خلال تعلمك للمصطلحات والمفاهيم والعلاقات المعززة بالاستكشافات التي تهدف إلى تنمية الجانب المعرفي والجانب المهاري لديك.

الآن وبعد أن أنهيت دراسة الموضوعات العلمية، وقمت بالعديد من الاستكشافات والتجارب العملية في سلسلة من كتب العلوم امتدت عبر السنوات الماضية، وفي كتاب الأحياء للصف الحادي عشر، جاء كتاب الأحياء للصف الثاني عشر ليكمل ما تعلمته في الصفوف السابقة عن العمليات الحيوية التي تتم في جسمك. لقد تعلمت عمليات التنفس والتغذية والإخراج والنقل ، وفي هذا الصف ستتعلم عمليات التنظيم والسيطرة بعد أن تتعلم الانقسام الخلوي بأنواعه ، والتنفس وأهميته.

يتضمن الكتاب تنوعًا في طريقة عرضه للمحتوى، حيث اشتملت كل وحدة على مقدمة بسيطة تنتهي بمجموعة أسئلة تعكس محتوى الوحدة التي يطلب منك الإجابة عنها قبل البدء بدراسة الوحدة، ثم تعيد الإجابة عنها مرة أخرى بعد انتهائك من دراسة الوحدة، كما تتخلل كل وحدة كذلك مجموعة من الاستكشافات العلمية والنظرية التي تتطلب منك في أغلب الأحيان تصميمًا أو حلاً لمشكلة معينة، وهذه الاستكشافات معززة ببعض التجارب العملية التي ستجريها في المختبر .

تم عرض محتويات الكتاب بطريقة مشوقة لك، حيث تنوعت بنود عرض المحتوى؛ فتجد المادة العلمية والصور والأشكال التي تتطلب منك التفكير والبحث عن إجابات الأسئلة المتعلقة بها، كذلك بند الاستكشافات الذي يتوقع أن

ينمي لديك الجانب المعرفي والمهاري ويكسبك مهارات التفكير العليا وحل المشكلات التي قد تواجهك في حياتك اليومية.

احتوى الكتاب عددًا من البنود الرئيسة مثل «اختبر فهمك» الذي يقيس مدى فهمك واستيعابك للموضوع الذي درسته وهو مطلوب منك في الاختبارات، وبند «معلومة تهمك» الذي يزودك بمعلومات علمية إثرائية حول بعض التطبيقات التقانية للمبادئ العلمية، لكن هذا البند غير خاضع للتقويم والاختبارات .

يتضمن الكتاب العديد من الصور والأشكال التي هي جزء مهم من المحتوى، حيث تساهم في تحقيق المخرجات التعليمية المتوقعة، إلا أنه ليس جميع هذه الأشكال والصور مطلوباً منك للتقويم، حيث ستجد إشارة (*) للأشكال المطلوب منك رسمها، أما الأشكال غير المطلوب رسمها فلا بد من دراستها ومعرفة البيانات الموضوعة عليها.

يتكون كتاب الأحياء من جزأين منفصلين، جزء للفصل الدراسي الأول يتكون من وحدتين هما: الوحدة الأولى: الانقسام والتنفس الخلوي، والوحدة الثانية: التنظيم العصبي والهرموني، وجزء للفصل الدراسي الثاني يتكون أيضًا من وحدتين هما: الوحدة الثالثة : التكاثر والنمو في الإنسان، والوحدة الرابعة: الوراثة.

ونسأل الله عز وجل التوفيق والنجاح لنا ولكم

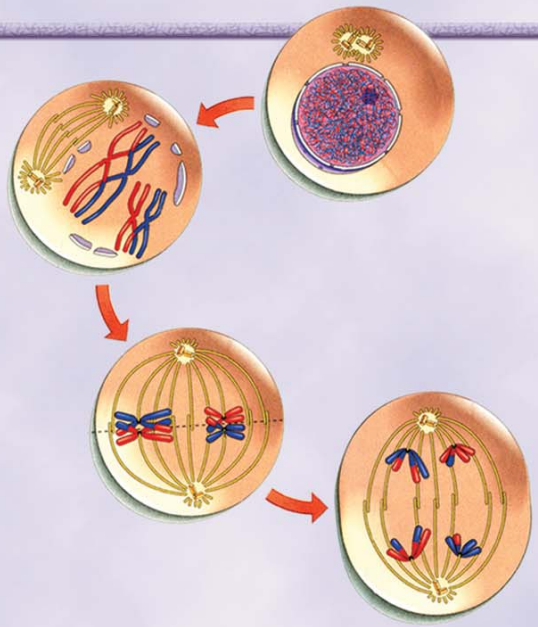
لما فيه خير أمتنا وبلدنا الحبيب سلطنة عمان

المؤلفون

الوحدة الأولى

الانقسام والتنفس الخلوي

Cell Division and Respiration



الفصل الأول :

الانقسام الخلوي *Cell Division*

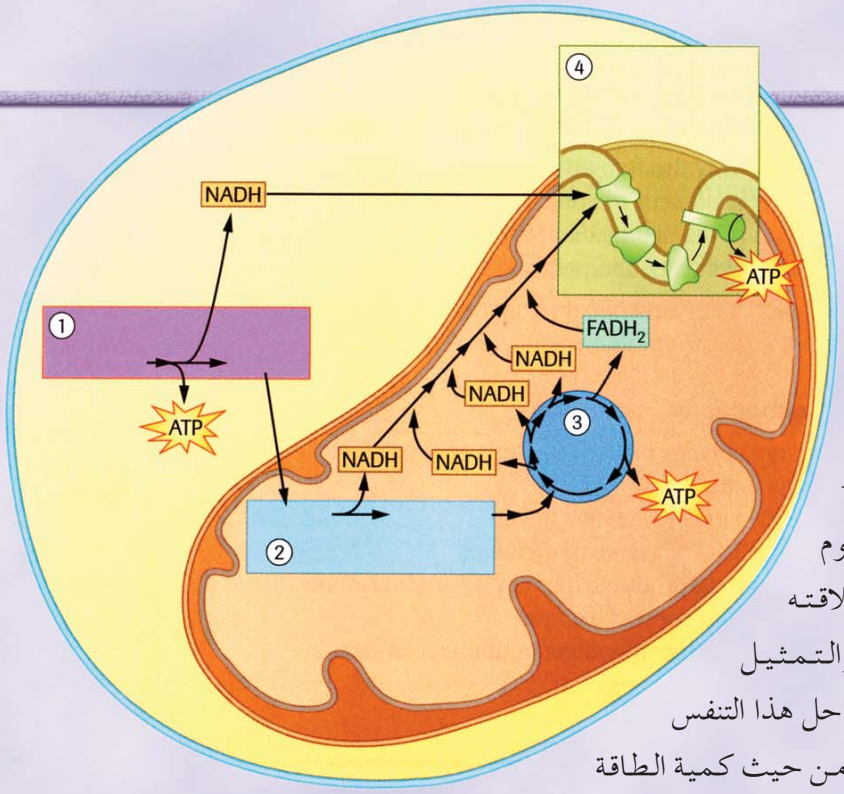
الفصل الثاني :

التنفس الخلوي *Cellular Respiration*

مقدمة

تعلمت أن الخلية الحية هي وحدة التركيب والوظيفة في جميع الكائنات الحية عدا الفيروسات؛ إذ إن الخلايا مهما اختلفت في أشكالها وأحجامها فإنها تشترك في معظم العضيات التي تستطيع من خلالها القيام بالوظائف الحيوية الضرورية لاستمرار حياة الكائن الحي.ولكي يستمر الكائن الحي في حياته لا بد من تجدد معظم أنسجة جسمه،وهذا التجدد يتم من خلال أحد مناشط الخلية ألا وهو الانقسام؛إذ يعتبر هذا المنشط من أهم المناشط التي تقوم بها الخلية التي تحتاج إلى طاقة ، وهذه الطاقة تحصل عليها من خلال منشط التنفس الذي تتم فيه أكسدة المواد الغذائية لتحرير الطاقة الكامنة فيها.

في الفصل الأول من هذه الوحدة ستدرس بشيء من التفصيل تركيب ووظيفة عضيات الخلية، وستتعلم دورة الخلية ومراحلها، والانقسام الخلوي من حيث مفهومه،وأنواعه، وأطواره، وأهميته. وكذلك ستتعلم كيف تضبط الخلية انقسامها،وما المخاطر التي تنتج عن غياب هذا الضبط،وربط ذلك بموضوع السرطان.



وفي الفصل الثاني ستستكشف منشطًا آخر من مناشط الخلية –التنفس الخلوي– حيث ستتعرف مفهوم التنفس الخلوي وعلاقته بالتنفس الخارجي،والتمثيل الضوئي،ثم ستتعلم مراحل هذا التنفس وأهمية كل مرحلة من حيث كمية الطاقة الناتجة.كذلك ستتعرف بعض التطبيقات الحياتية التي استفاد الإنسان عبرها من فكرة التخمر في إنتاج الكثير من المواد المفيدة،بالإضافة إلى التطرق لبعض الآثار السلبية التي تؤثر بها التقانة على عملية التنفس.

في هذه الوحدة ستحاول الإجابة عن التساؤلات الآتية:

١ كيف تؤدي الخلية الحية الوظائف الحيوية المنوطة بها؟
٢ لماذا تنقسم الخلية الحية؟
٣ ما أهمية وجود نوعين من الانقسام الخلوي؟
٤ ما تأثير فقدان ضبط الانقسام الخلوي على صحة الإنسان؟
٥ كيف تؤمن الخلية الحية احتياجاتها من الطاقة؟
٦ ما دور جزيئات الطاقة *ATP* في أيض الخلية الحية؟
٧ كيف يتم ضبط عملية التنفس الخلوي؟
٨ لماذا تلجأ العضلة الهيكلية للتنفس الخلوي اللاهوائي؟
٩ كيف استفاد الإنسان من فكرة التخمر؟
١٠ استنتج التأثيرات السلبية للعلوم والتقانة على التنفس؟

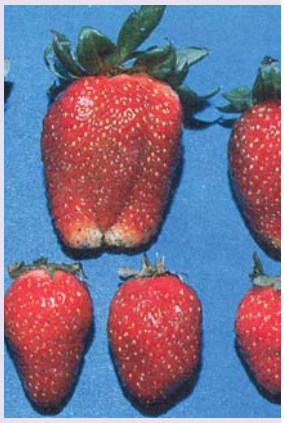
مقدمة

تعلمت في الصف الثامن أن الخلية الحية هي وحدة التركيب والوظيفة والتكاثر في الكائنات الحية،وتعلمت كذلك أن هذه الخلايا ما كانت لتكتشف لولا اختراع المجهر الذي يُكبِّر الأشياء أضعاف حجمها الطبيعي.وقد استطاع العالمان شلايدن *Schleiden* وشوان *Schwann* صياغة النظرية الخلوية التي نصت على:

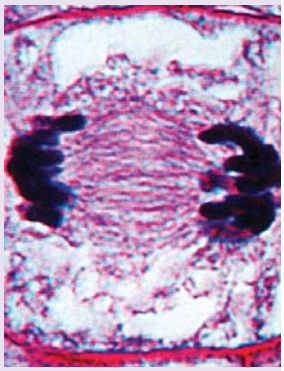
١- يتركب جسم الكائن الحي من خلية واحدة أو أكثر.

٢- الخلية هي الوحدة الأساسية للتركيب والوظيفة في الكائنات الحية.

٣- جميع الخلايا مصدرها خلايا حية أخرى .



وفي هذا الفصل ستتعرف مكونات الخليتين الحيوانية والنباتية،وسيتم التركيز على الانقسام الخلوي بشيء من التفصيل، ومن خلال دراستك ستستكشف بأن الانقسام الخلوي يعد أحد أهم مناشط الخلية الحية التي تحدث بداخل نواة كل من الخلايا الجسدية والتناسلية للكائن الحي، وستقوم بتطبيقات عملية على انقسامات الخلية الحية.



الموضوعات الرئيسة

١-١ : تركيب الخلية

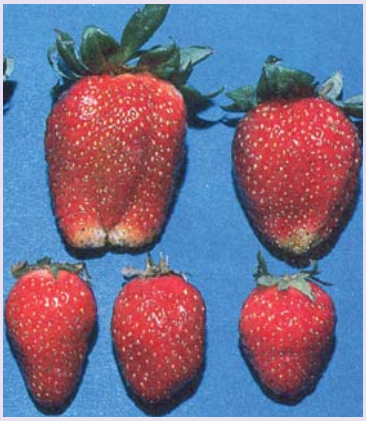
١-٢: دورة الخلية

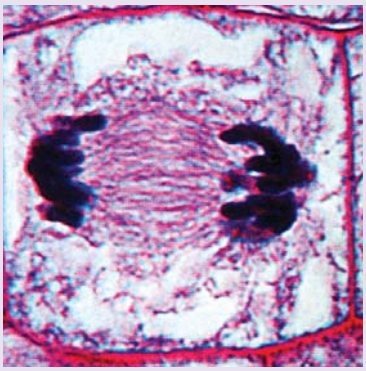
١-٣ : الانقسام غير المباشر

١-٤ : الانقسام الاختزالي

١-٥ : تطبيقات على انقسامات الخلية الحية

١-٦ : اختلالات الانقسام الخلوي





مصطلحات علمية جديدة

١- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة ——— *Rough ER*
٢-الشبكة الإندوبلازمية الناعمة ——— *Smooth ER*
٣- جهاز جولجي ——— *Golgi apparatus*
٤-الليسوسومات ——— *Lysosomes*
٥- الجسم المركزي ——— *Centrosome*
٦- السنتريولات ——— *Centrioles*
٧- الأورام ——— *Tumors*
٨- الورم الحميد ——— *Benign tumor*
٩- الورم الخبيث ——— *Malignant tumor*
١٠- عدم الانفصال ——— *Nondisjunction*
١١-تعدد المجموعة الكروموسومية ——— *Polyploidy*
١٢-الاستنساخ ——— *Cloning*

عناوين الاستكشافات

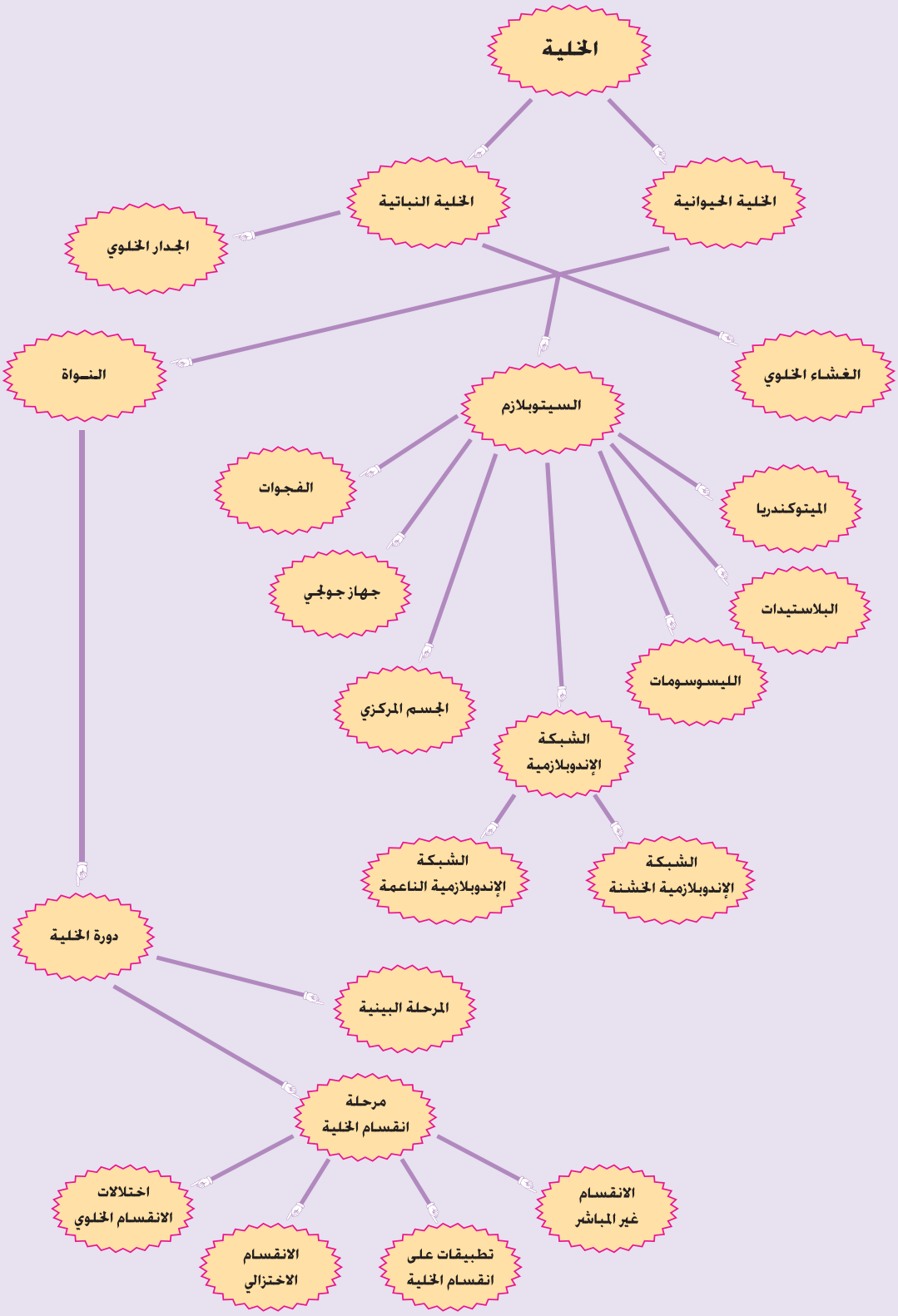
الاستكشاف (١): الانقسام غير المباشر

الاستكشاف (٢): الانقسام الاختزالي

الاستكشاف (٣): استنساخ عُقل النبات

الاستكشاف (٤): مقارنة خلايا طبيعية بخلايا سرطانية

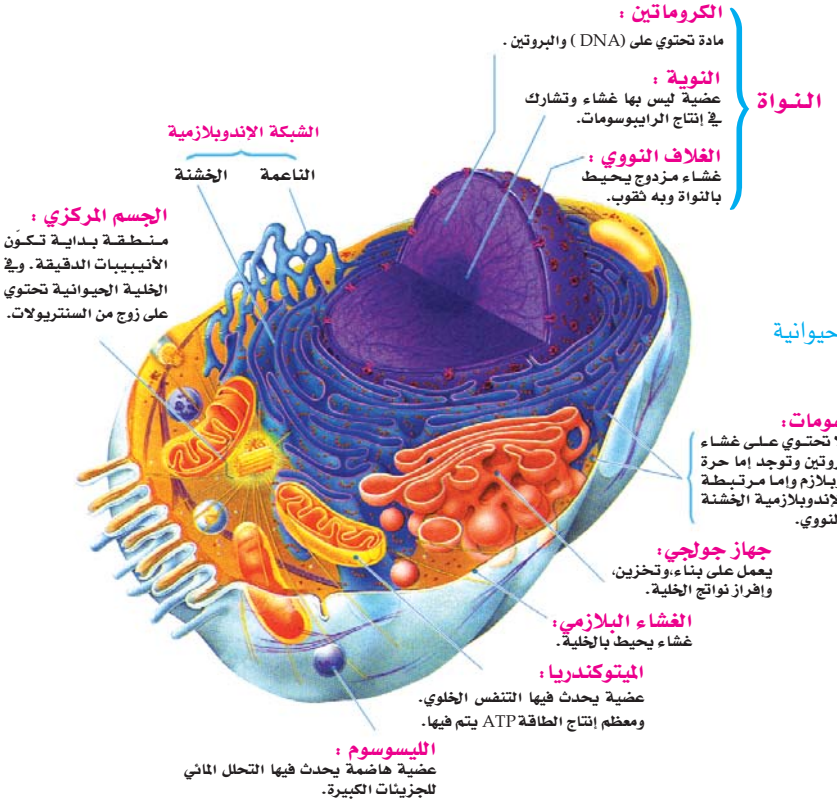
مخطط الفصل الأول : الانقسام الخلوي



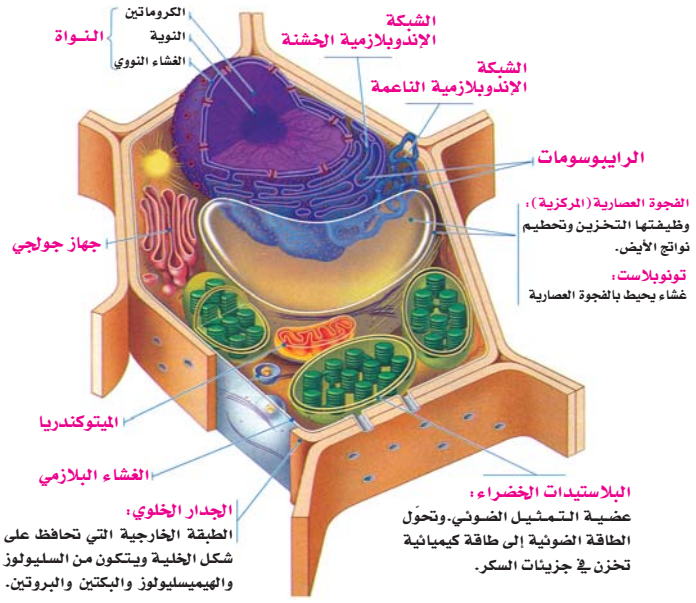
١-١ تركيب الخلية Cell Structure

تتكون المادة الحية (البروتوبلازم) من الغشاء الخلوي *cell membrane*، والسيتوبلازم *cytoplasm*، والنواة *nucleus* .

يوضح الشكل (١-١) الخلية الحيوانية، والشكل(١-٢) الخلية النباتية فهل يمكنك المقارنة بين الخليتين؟ وضح أوجه المقارنة.



الشكل (١- ١) : خلية حيوانية



الشكل (١- ٢): خلية نباتية

من خلال الشكلين السابقين نلاحظ أن الخلية الحيوانية (الشكل ١–١) والخلية النباتية (الشكل ١–٢) تشتركان في وجود كثير من العُضَيَّات،وفيما يلي نستعرض مكونات الخلية الحية:

أولاً : غشاء الخلية *Cell Membrane* (الغشاء البلازمي *Plasma Membrane*)

تخيل شكل الغشاء البلازمي من خلال دراستك في الصف الحادي عشر للغشاء البلازمي ومكوناته ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

١– ما وظيفة الغشاء البلازمي؟

٢– يمتاز الغشاء البلازمي بالنفاذية الاختيارية.فسِّر ذلك .

٣– ما آليات النقل الخلوي ؟

٤– يوصف الغشاء البلازمي بالنموذج الفسيفسائي السائل *fluid mosaic model* . فسِّر ذلك.

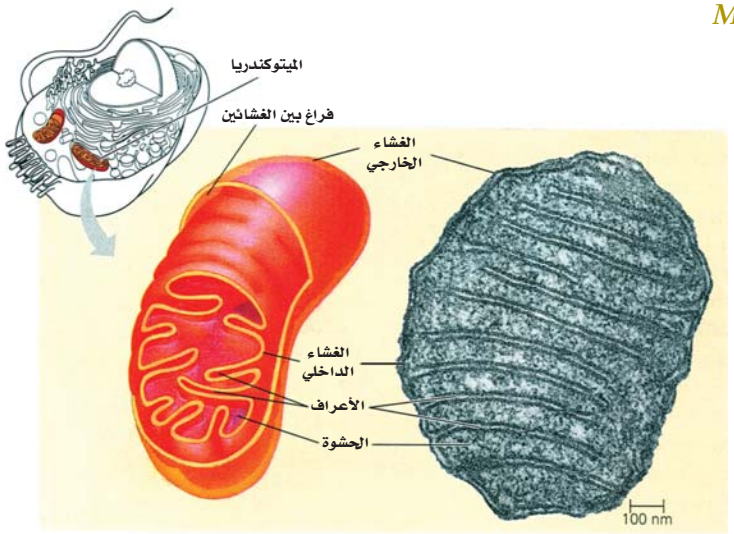
ثانيًا: السيتوبلازم *Cytoplasm*

السيتوبلازم مادة شبه شفافة *semitransparent* غير متجانسة،ويدخل الماء في تركيبها بنسبة عالية. يشبه السيتوبلازم المحاليل الغروية من حيث نفاذية الضوء والشفافية والقوام.ويقوم السيتوبلازم بجميع مظاهر الحياة عدا التكاثر. فسِّر ذلك.

ويحتوي السيتوبلازم على عضيات الخلية الحية، ومن هذه العضيات :

١ - الميتوكندريا *Mitchondria*

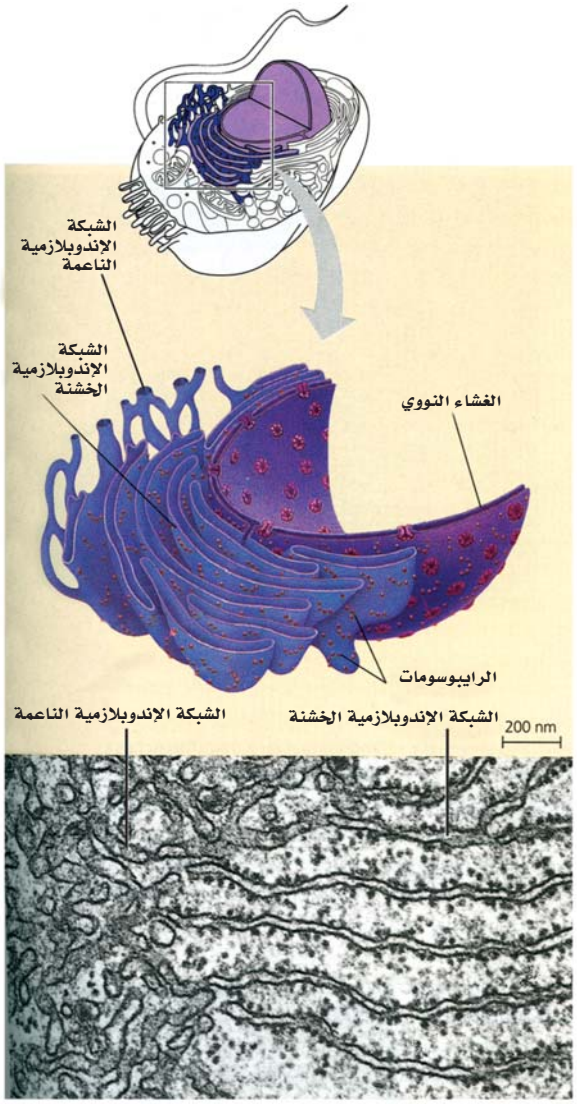
عضية ثنائية الغشاء تحتوي على *DNA* اللازم لصنع بعض الإنزيمات الضرورية لعمليات التنفس الخلوي وإنتاج الطاقة. ويوضح الشكل (١–٣) تركيب الميتوكندريا.



الشكل (١–٣) : الميتوكندريا

٢ - الشبكة الإندوبلازمية *Endoplasmic Reticulum (ER)*

عبارة عن مجموعة مترابطة من الأغشية الداخلية تعمل كقنوات لتوصيل المواد بين أجزاء الخلية المختلفة،كذلك تقوم بربط الغشاء النووي بالغشاء الخلوي. وفي الخلية الواحدة يوجد نوعان من الشبكة الإندوبلازمية (الشكل ١-٤) هما:



الشكل (١- ٤) :الشبكة الإندوبلازمية

⋆ الشبكة الإندوبلازمية الخشنة *Rough ER* :

سميت بهذا الاسم لأن سطحها يحتوي على جسيمات صغيرة تعرف بالرايبوسومات *ribosomes* التي تساهم في صنع البروتين.

تقوم الشبكة الإندوبلازمية بتغليف ونقل البروتين الناتج من الرايبوسومات من أجل حمايته من الإنزيمات الهاضمة،وهذه البروتينات إما مرتبطة بالغشاء البلازمي كالإنزيمات وإما معدة للتصدير خارج الخلية كالهرمونات التي تصب في الدم.

⋆ الشبكة الإندوبلازمية الناعمة *Smooth ER* :

هل تعرف لماذا سميت بذلك ؟

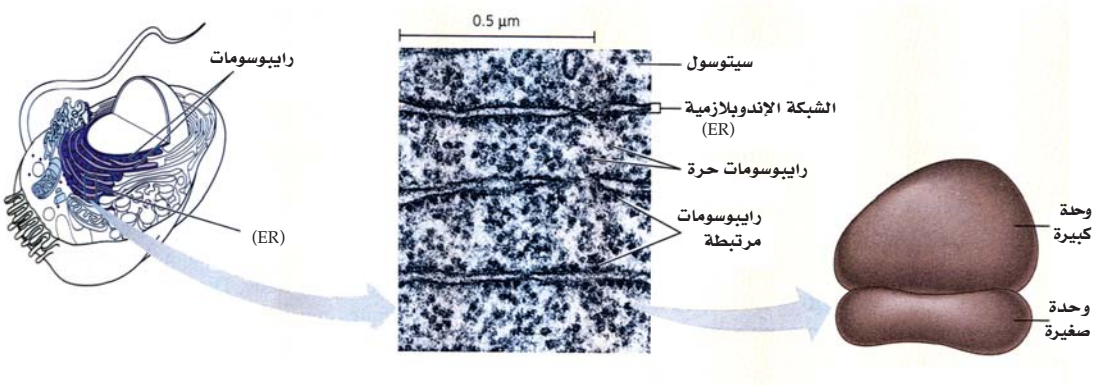
تقوم الشبكة الإندوبلازمية الناعمة بالوظائف الآتية:

- تساهم في تكوين الليبيدات.
- أيض الكربوهيدرات.

٣ - الرايبوسومات *Ribosomes*

يتركب الرايبوسوم من البروتينات والحمض النووي الرايبوسومي *ribosomal RNA(r-RNA)*. ويقوم الرايبوسوم ببناء البروتين في موقعين في السيتوبلازم.(الشكل ١-٥)،فالرايبوسومات إما أن تكون حرة في السيتوبلازم وإما أن تكون مرتبطة بالشبكة الإندوبلازمية،إذ تقوم الرايبوسومات الحرة *free ribosomes* بصنع البروتينات التي تستخدمها الخلية مثل صنع إنزيمات أكسدة المواد العضوية،

بينما الرايبوسومات المرتبطة *bound ribosomes* بالشبكة الإندوبلازمية أو الغشاء النووي تقوم بصنع البروتينات المعدة للتصدير مثل الإنزيمات الهاضمة المفرزة من خلايا البنكرياس.

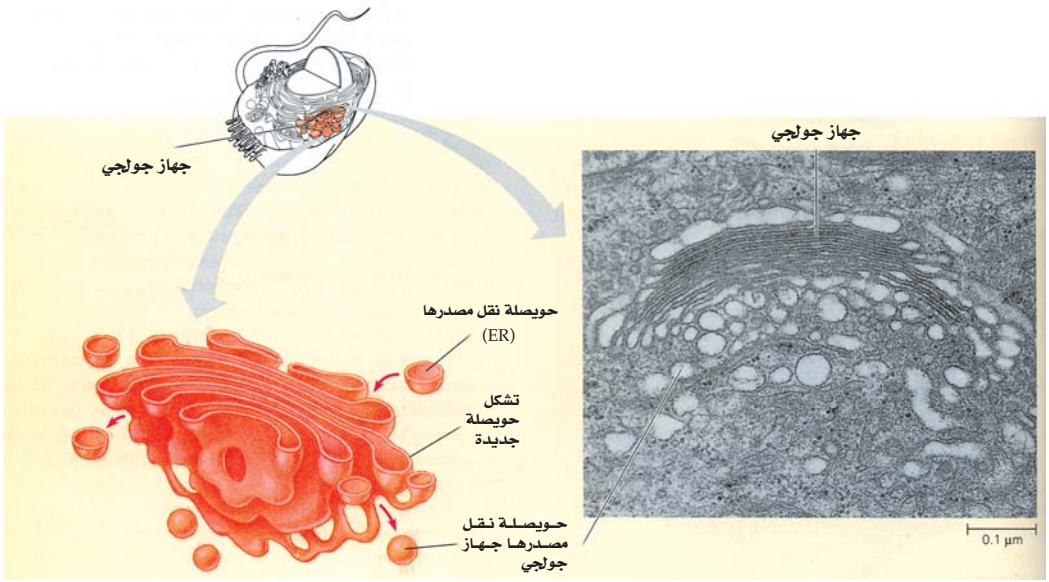


الشكل (١- ٥) : الرايبوسوم

٤- جهاز جولجي *Golgi Apparatus*

تتألف هذه العضية من مجموعة أكياس غشائية مفلطحة تضيق من الأطراف لتُكوِّن أكياسًا صغيرة تسمى بالحويصلات *vesicles* كما يوضح الشكل (١-٦)، ويستقبل جهاز جولجي البروتين المنتج في رايبوسومات الشبكة الإندوبلازمية الخشنة،ويقوم بتعديله،كيف يتم ذلك؟ ثم تعبئته في الحويصلات التي تتحرك باتجاه الغشاء الخلوي لترتبط به وتفرز محتوياتها من البروتين خارج الخلية.

بالإضافة إلى الوظيفة الإفرازية كذلك يقوم بوظيفة تخزينية كخزن الإنزيمات.



الشكل (١- ٦) : جهاز جولجي

٥- البلاستيدات *Plastids*

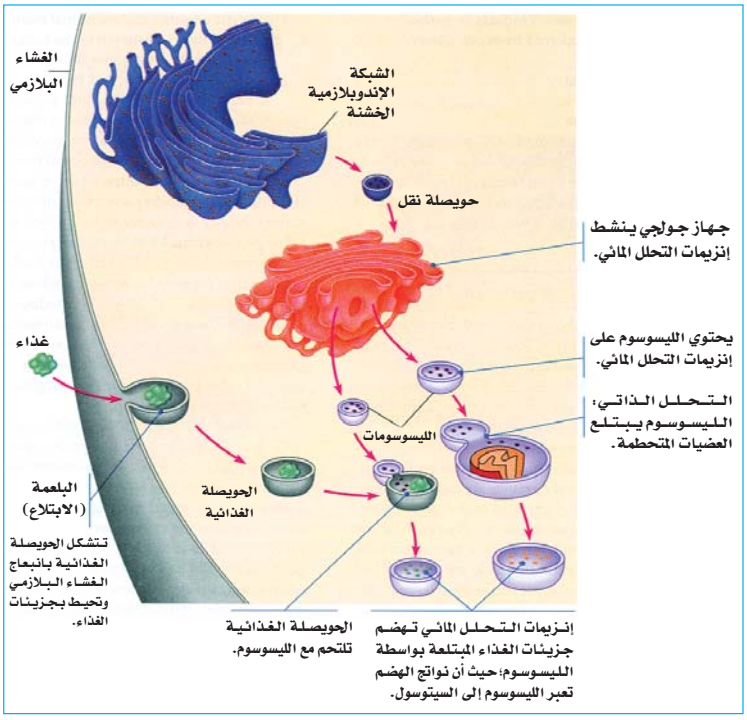
درست في الصف الحادي عشر دور البلاستيدات وأنواعها، وهي من العضيات التي توجد في الخلية النباتية والطحالب.

٦- الليسوسومات *Lysosomes*

الليسوسوم عبارة عن حويصلة محاطة بغشاء مفرد انفصلت عن جهاز جولجي، وتحتوي على إنزيمات التحلل التي تستخدمها الخلية لهضم المركبات العضوية *organic compounds* كالكربوهيدرات والبروتينات والدهون والأحماض النووية.

فكّرْ ماذا يحدث لو انفجرت الليسوسومات أو تسربت محتوياتها ؟

في بعض الحالات تنفجر الليسوسومات وتعمل إنزيماتها على تحلل الخلية،وهذا ما يعرف بالتحلل الذاتي *autolysis* أي أن الخلية تهضم نفسها. يوضح الشكل (١-٧) تكوين ووظيفة الليسوسوم.



الشكل (١-٧) : تكوين ووظيفة الليسوسوم

معلومات تهمك

- أول من شاهد جهاز جولجي العالم الإيطالي كاميليو جولجي *Camillo Golgi* عام ١٨٩٨م ولذا تسمى باسمه.
- يطلق على جهاز جولجي في الخلية النباتية مصطلح الدكتيوسومات،وهي تقوم بإعداد وتجهيز بعض مكونات الجدار الخلوي كالبكتين.

اختبر فهمك ١

١- تحتوي الخلايا العضلية على عدد كبير من الميتوكندريا . علل ذلك.

٢- لماذا لا تهضم الليسوسومات نفسها؟

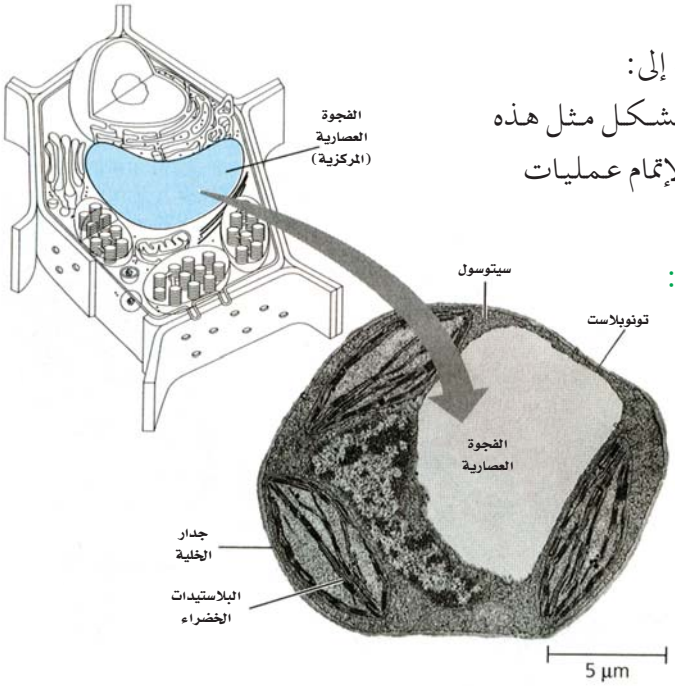
٧- الفجوات Vacuoles

تصنف الفجوات في الكائنات الحية إلى:

* **فجوات غذائية** *food vacuoles*: تتشكل مثل هذه الفجوات في بعض الكائنات الحية لإتمام عمليات الهضم كالبرامسيوم والأميبا .

* **فجوات منقبضة** *contractile vacuoles*: ووظيفتها طرد الماء خارج الخلية كما في بعض الطلائعيات كالبرامسيوم.

* **فجوة مركزية** *Central vacuole* **(العصارية)**: معظم خلايا النبات الناضجة تحتوي على فجوة مركزية كبيرة محاطة بغشاء يعرف بالتونوبلاست *tonoplast* وتحتوي على عصارة تعرف بالعصارة الخلوية *cell sap*، وهذه العصارة عبارة عن محلول مائي مذاب فيه سكر وبعض الأملاح ويحتوي على أصباغ بالإضافة إلى فضلات الخلية. الشكل (١–٨).



الشكل (١– ٨) : الفجوة العصارية في الخلية النباتية

تعمل العصارة الخلوية على ضبط التوازن الإسموزي للخلية.

٨- الجدار الخلوي Cell wall

يقع الجدار الخلوي خارج الغشاء البلازمي، ويمتاز بالصلابة ويساعد في دعم وحماية الخلية النباتية.

٩- الجسم المركزي والسنتريولات Centrosome and Centrioles

في العديد من الخلايا الحيوانية تنمو الأنيبيبات الدقيقة *microtubules* من الجسم المركزي الذي غالبًا ما يقع بجانب النواة. ويتكون الجسم المركزي من حبيبتين متعامدتين على بعضهما بعضًا تسمى كل واحدة بالسنتريول *centriole*، ويتألف كل سنتريول من أنيبيبات دقيقة .

ويلعب الجسم المركزي دورًا كبيرًا في الانقسام الخلوي؛ إذ يُكوِّن خيوط المغزل التي تجذب الكروموسومات عند الانقسام الخلوي. ولا يوجد الجسم المركزي في الخلايا العصبية وخلايا الدم الحمراء، لذلك فقدت قدرتها على الانقسام، وهذا دليل على عظمة الخالق في عدم وجود الجسم المركزي في مثل هذه الخلايا.

اختبر فهمك ٢

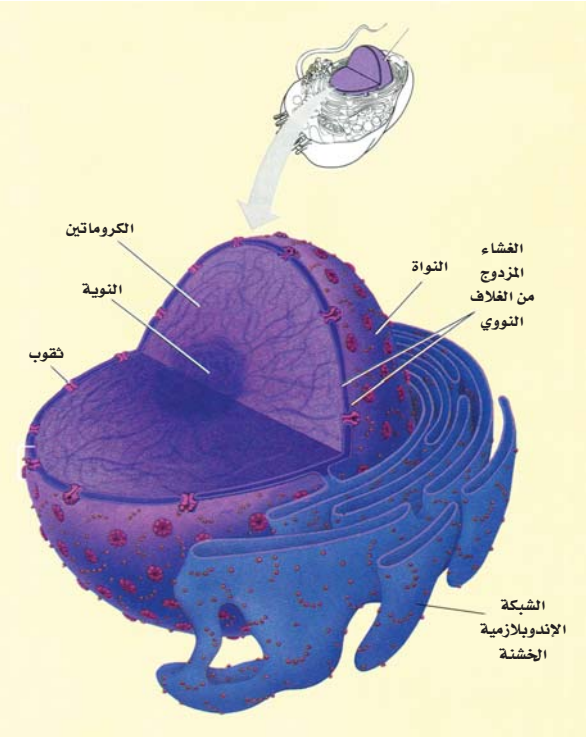
١– أي من العضيات الآتية توجد في الخلية الحيوانية ولا توجد في الخلية النباتية ؟

الميتوكندريا – البلاستيدات – الفجوة العصارية – الشبكة الإندوبلازمية الناعمة – جهاز جولجي.

ثالثًا: النواة *Nucleus*

تعتبر النواة مركز التحكم والسيطرة في الخلية ، وتوجد في جميع الخلايا باستثناء خلايا الدم الحمراء. لماذا ؟

ويوضح الشكل (١-٩) مكونات النواة :



الشكل (١-٩) : نواة الخلية

١ - الغشاء النووي *Nuclear Membrane*

غشاء مزدوج يحيط بالنواة ويعمل على حمايتها، كما أنه يحتوي على ثقوب عديدة تسمح بمرور المواد من النواة وإليها.

٢ - النُّويَّة *Nucleolus*

جسم كروي صغير يشترك في صنع الحامض النووي الرايبوسومي *r-RNA* الذي يساهم في بناء البروتينات في السيتوبلازم.

٣ - السائل النووي *Nuclear Sap*

مادة هلامية تحتوي على بروتينات وإنزيمات وتسبح فيها الكروموسومات والنوية.

٤ - الكروماتين *Chromatin*

عبارة عن خيوط دقيقة توجد في النواة، وتتكون من *DNA* وبروتين، ويطلق عليها مصطلح الكروموسومات *chromosomes* ، وهذه يمكن رؤيتها خلال فترة حدوث انقسام الخلية.

١-٢ دورة الخلية *Cell Cycle*

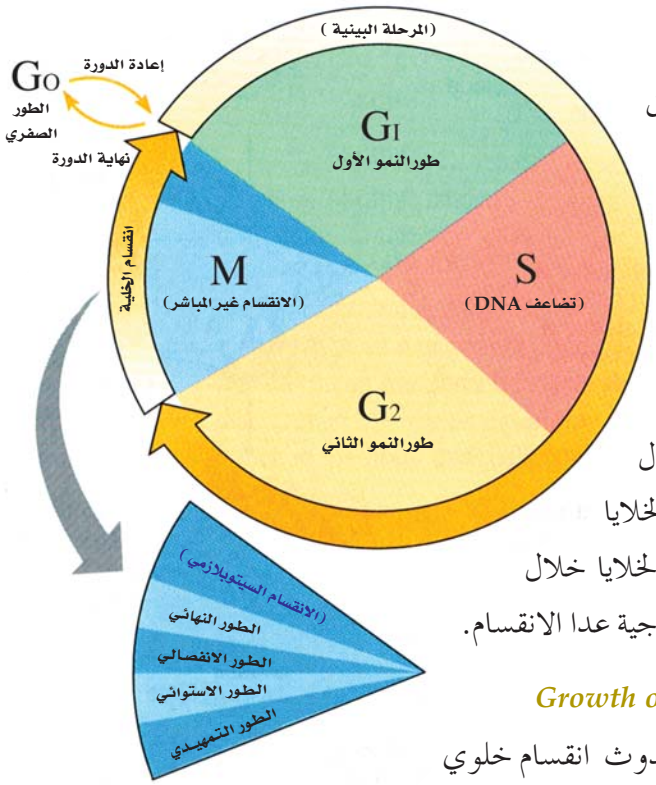
تتكون دورة حياة الخلية من مرحلتين هما :

المرحلة البينية *interphase* ومرحلة انقسام الخلية *cell division* .

يوضح الشكل (١-١٠) دورة الخلية :

١-المرحلة البينية Interphase

هي الفترة بين نهاية انقسام الخلية السابق وبداية انقسام الخلية اللاحق،وتنقسم هذه المرحلة إلى أربعة أطوار :



الشكل (١-١٠) : دورة الخلية (*)

أ-الطور الصفري
Growth zero phase (GO)

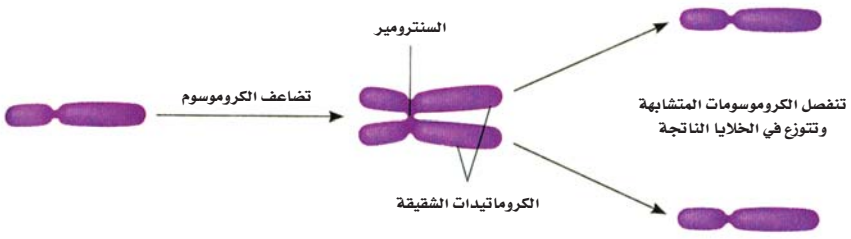
تمر جميع الخلايا الحية بهذا الطور إلا أن بعض الخلايا تبقى في هذا الطور طوال حياتها كخلايا العضلات الهيكلية والخلايا العصبية . وتجدر الاشارة إلى أن جميع الخلايا خلال هذا الطَّور تقوم بتنفيذ وظائفها الفسيولوجية عدا الانقسام.

ب-طور النمو الأول Growth one phase (G1)

تبدأ الخلية في هذا الطور بالتحضير لحدوث انقسام خلوي قادم،وذلك بزيادة معدل نسبة بناء البروتين وكمية السيتوبلازم وعدد العضيات بشكلٍ سريع.

ج-طور بناء DNA (S) DNA synthesis phase

يتم في هذا الطور تضاعف DNA والسنتريولات وظهور الكروموسوم الواحد على هيئة كروماتيدين متطابقين كما يوضحه الشكل (١-١١).



الشكل (١-١١) : الكروموسوم قبل انقسام الخلية

د-طور النمو الثاني Growth two phase (G2)

خلال هذا الطور يستمر بناء البروتين بشكلٍ سريع، وتنمو الخلية تقريبًا ضعف حجمها الأصلي.

٢-مرحلة انقسام الخلية Cell Division

تتألف مرحلة انقسام الخلية من الانقسام غير المباشر *mitosis* ، هل تعرف أين يحدث هذا الانقسام ؟ وما أهميته للكائنات الحية؟ والانقسام السيتوبلازمي *cytokinesis* .

معلومات تهمك

– الزمن الذي تحتاج إليه الخلية لمرورها بجميع أطوار الانقسام غير المباشر يختلف حسب نوع الكائن الحي وطبيعة النسيج .

١-٣ الانقسام غير المباشر Mitosis

الاستكشاف ١

الانقسام غير المباشر

سؤال علمي: ما أطوار الانقسام غير المباشر؟

المواد والأدوات: – مجهر مركب.
– شرائح جاهزة لأطوار الانقسام غير المباشر.

الإجراءات: – افحص الشريحة الجاهزة تحت المجهر باستخدام العدسة الشيئية الصغرى ثم الوسطى فالكبرى،ولاحظ أطوار الانقسام غير المباشر،وارسم ما تشاهده في دفترك.

التحليل والتفسير: – صف التغيرات التي تحدث في كلٍّ من :
– الطور التمهيدي – الطور الاستوائي – الطور الانفصالي

تتضمن مرحلة الانقسام غير المباشر خمسة أطوار (الشكل ١–١٢) ، وهي :

١- الطور التمهيدي Prophase

في هذا الطور تتكثف الكروموسومات وتزداد سماكتها،وكل كروموسوم يتكون من كروماتيدين متطابقين *identical chromatides* يرتبطان ببعضهما بعضًا في منطقة السنترومير *centromere* .

ويتحرك كل زوج من السنتريولات في السيتوبلازم إلى أحد أقطاب الخلية،وتمتدُّ منها في أثناء حركتها خيوط المغزل التي تلتصق بالكروموسومات من السنترومير.وفي نهاية هذا الطور تختفي النوية والغشاء النووي.

٢- الطور الاستوائي Metaphase

تصطف الكروموسومات في خطٍّ واحد في منتصف الخلية،وتلتصق بخيوط المغزل من منطقة السنترومير.

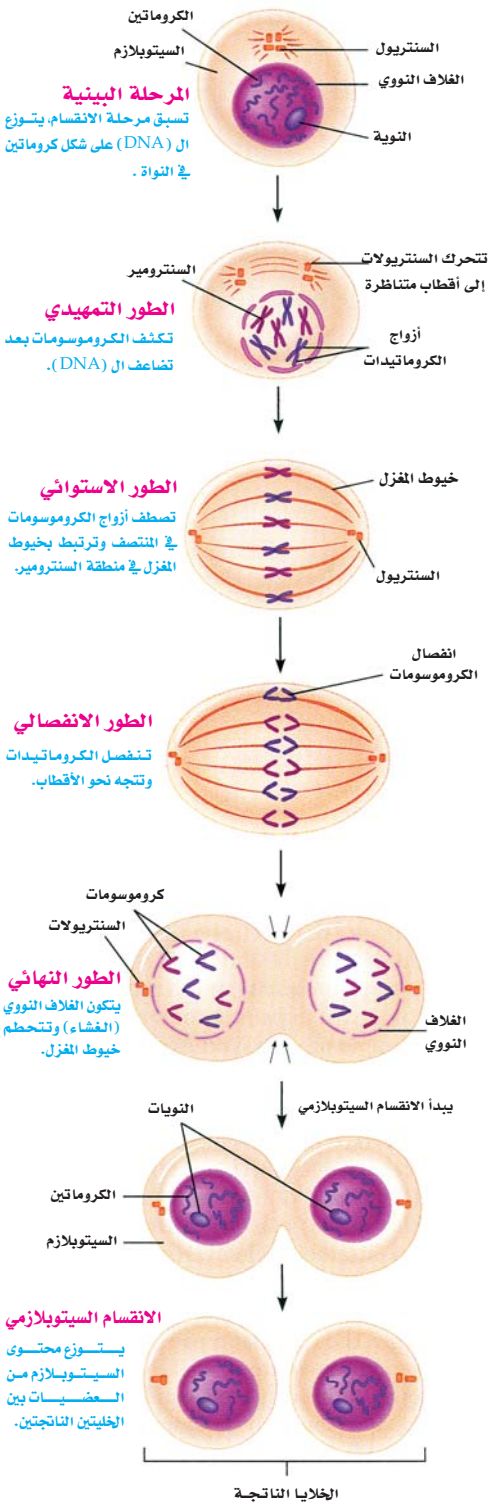
٣- الطور الانفصالي Anaphase

تنفصل أزواج الكروماتيدات التي يمكن أن نسميها الآن بالكروموسومات،وتتحرك بفعل تقلص خيوط المغزل في اتجاهين متضادين نحو الأقطاب.

٤- الطور النهائي Telophase

ينمو غشاء نووي جديد على جانبي الخلية، وتظهر النُّويَّة، وتبدأ الكروموسومات بالاستطالة وإعادة تكثفها لتتحول إلى شبكة كروماتينية،وتختفي خيوط المغزل، ويتضاعف السنتريولان.

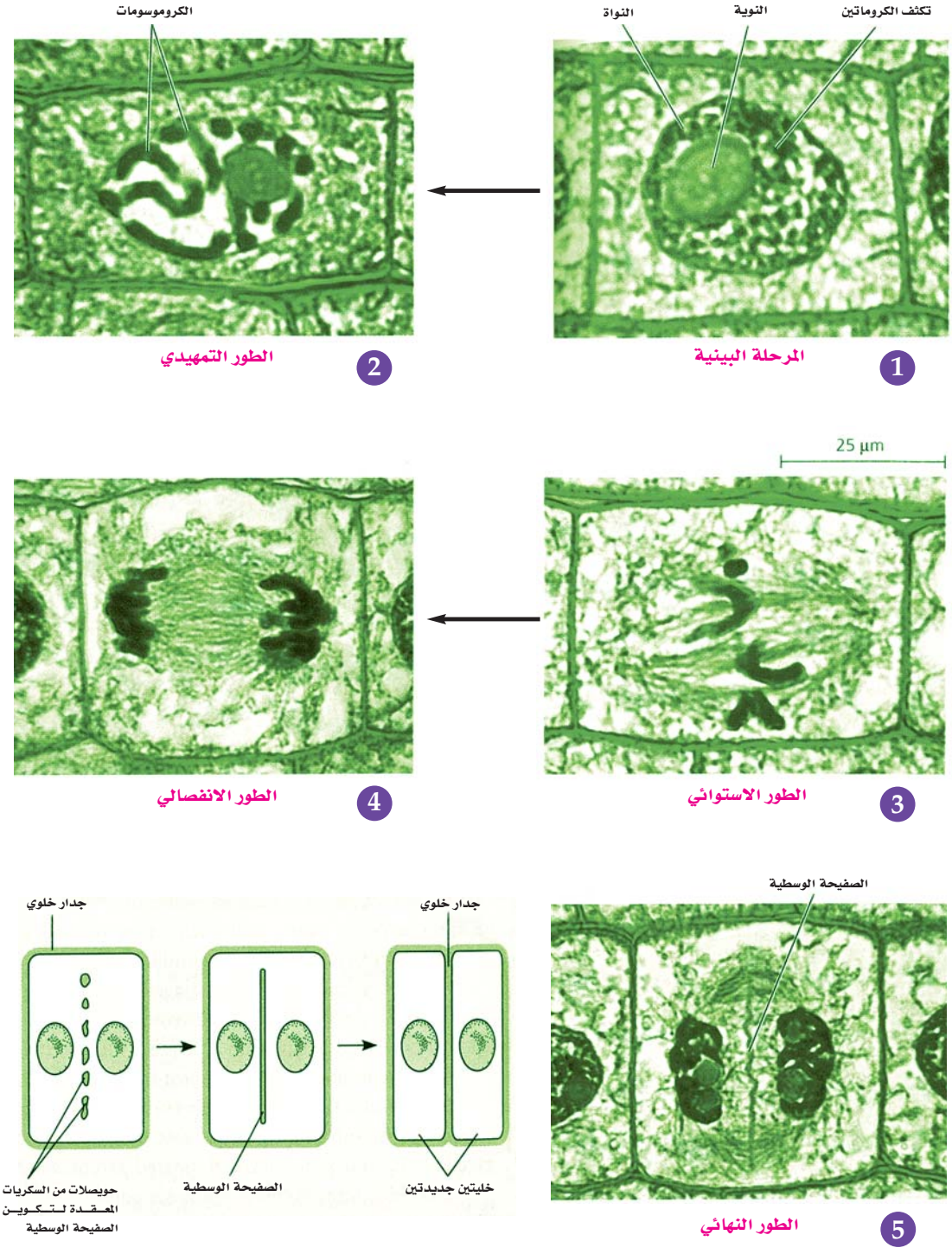
ومع نهاية هذا الطور يحدث الانقسام السيتوبلازمي *cytokinesis* حيث نجد أن السيتوبلازم في الخلية الحيوانية يتخصر في منتصف الخلية حتى تنقسم تمامًا مكونةً خليتين متشابهتين بهما نفس عدد كروموسومات الخلية الأصلية.



الشكل (١-١٢) : أطوار الانقسام غير المباشر والمرحلة البينية في الخلية الحيوانية (*)

أما في الخلية النباتية فلا يحدث تخصر وإنما تتكون الصفيحة الوسطية . لماذا ؟

ويوضح الشكل (١-١٣) انقسام الخلايا النباتية.



الشكل (١- ١٣): الانقسام غير المباشر في الخلية النباتية

وهناك نوعان من الجينات ينظمان نمو وانقسام الخلية هما:

١ - **الجينات المسرطنة الأولية** *proto-oncogenes* : تنظم نمو وانقسام الخلايا الطبيعية .

٢ - **جينات كبح الورم** *tumor-suppressorgenes* : تمنع نمو وانقسام الخلايا غير الطبيعية (مصابة بالسرطان).

إن التوازن بين نواتج الجينات المسرطنة الأولية وجينات كبح الورم يحفظ معظم الخلايا لتنقسم طبيعيًّا بينما ظهور طفرة في أي من هذين النوعين من الجينات يمكن أن يسهم في حدوث السرطان *cancer* .

قم بتنفيذ الدرس العملي الأول

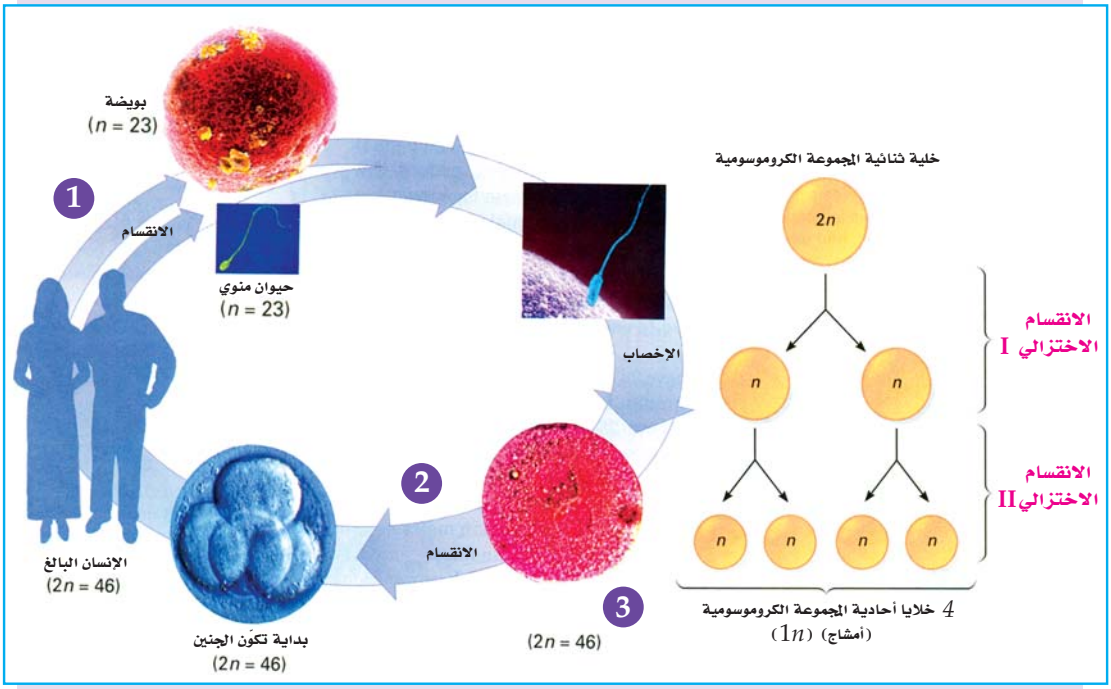
١-٤ الانقسام الاختزالي *Meiosis*

وهناك نوع آخر من الانقسامات يسمى بالانقسام الاختزالي.

تعلمت في الصف التاسع الانقسام الاختزالي، أين يحدث هذا الانقسام ؟ وما أهميته للكائنات الحية؟ وما نواتج هذا الانقسام ؟

اختبر فهمك ٣

من خلال الشكل الآتي أجب عن الأسئلة الآتية:



١– أكمل بيانات الأرقام 3 ، 2 ، 1 الموجودة بالشكل.

٢– كم عدد الخلايا الناتجة من الانقسام الاختزالي؟

٣– كم العدد الكروموسومي في كل خلية ناتجة؟

٤– ما وجه الشبه بين نواتج الانقسام الاختزالي الأول والانقسام غير المباشر؟

يشمل الانقسام الاختزالي نوعين من الانقسام هما: الانقسام الاختزالي الأول *meiosis I* والانقسام الاختزالي الثاني *meiosis II* .

الاستكشاف ٢

الانقسام الاختزالي

سؤال علمي: ما أطوار الانقسام الاختزالي؟

المواد والأدوات: – مجهر مركب.

– شرائح جاهزة لأطوار الانقسام الاختزالي.

الإجراءات: – افحص الشريحة الجاهزة تحت المجهر باستخدام العدسة الشيئية الصغرى ثم الوسطى فالكبرى. لاحظ أطوار الانقسام الاختزالي، وارسم ما تشاهده في دفترك.

التحليل والتفسير: – قارن بين الانقسام الاختزالي الأول والانقسام الاختزالي الثاني من حيث التغيرات التي تحدث للأطوار المذكورة في الجدول :

	الانقسام الاختزالي الأول	الانقسام الاختزالي الثاني
الطور التمهيدي		
الطور الاستوائي		
الطور الانفصالي		

أ- الانقسام الاختزالي الأول *Meiosis I*

يمر الانقسام الاختزالي الأول بالأطوار الآتية :

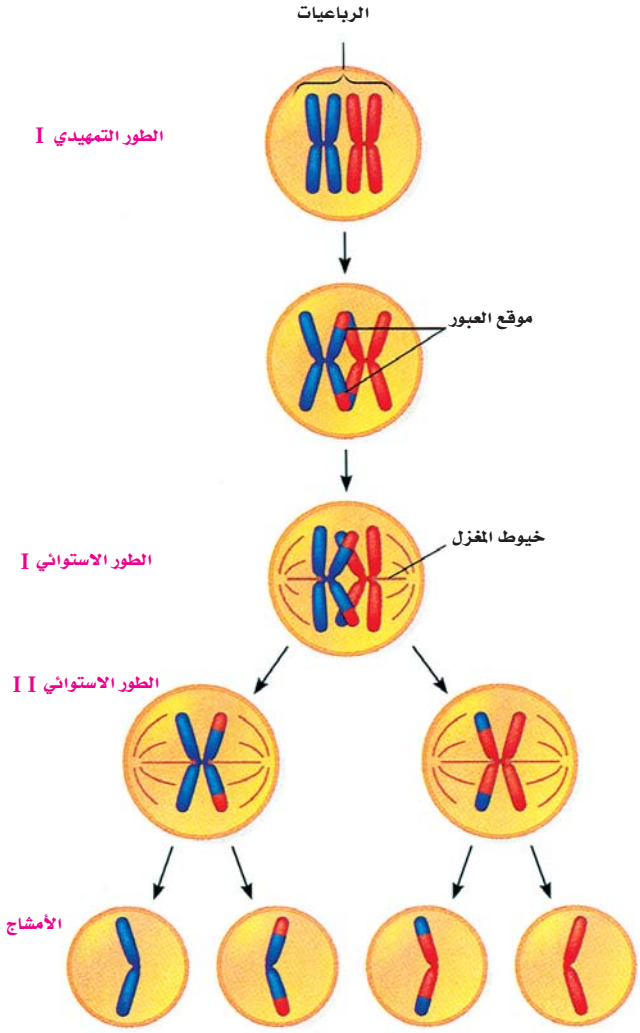
١ - الطور التمهيدي الأول *Prophase I*

يلاحظ في هذا الطور ظهور الكروموسومات على شكل خيوط رفيعة وطويلة، بحيث يلتصق كل كروموسوم بشبيهه،وهو ما تنتج عنه أزواج من الكروموسومات المتشابهة. وبما أن كل كروموسوم يتكون من كروماتيدين متماثلين فإن زوجًا واحدًا من الكروموسومات يُكوِّن أربعة كروماتيدات وهو ما يعرف بالرباعيات *tetrads* .

وفي الرباعيات تتبادل الكروماتيدات مواقعها أو جزءًا منها،ويطلق على هذه العملية العبور *crossing over* .

الشكل (١-١٤).

وتحدث عملية العبور عند نقطة اتصال الكروماتيدين المتقابلين الداخليين في الرباعيات،ويطلق عليها مصطلح الكيازما *chiasma* حيث يحدث تبادل بين أجزاء الكروماتيدين المتقاطعين،الأمر الذي يؤدي إلى حدوث تنوع في المحتوى الوراثي للخلايا الناتجة من الانقسام الاختزالي،وبالتالي تنوع صفات الأفراد الناتجة.



الشكل (١-١٤): عملية العبور في أحد أزواج الكروموسومات المتشابهة

٢-الطور الاستوائي الأول *Metaphase I*

خلال هذا الطور تصطف الرباعيات في منتصف الخلية في خط واحد مثبتة بخيوط المغزل.

٣-الطور الانفصالي الأول *Anaphase I*

في هذا الطور تنفصل الكروموسومات المتشابهة (دون انفصال الكروماتيدات، وانقسام السنترومير) بفعل جذب خيوط المغزل مبتعدة إلى قطبي الخلية.

٤-الطور النهائي الأول *Telophase I*

في هذا الطور يصبح كل قطب به نواة أحادية الكروموسومات *haploid (1n)* ، ويتبع ذلك حدوث الانقسام السيتوبلازمي *cytokinesis* كما درسته في الانقسام غير المباشر .

ب- الانقسام الاختزالي الثاني *Meiosis II*

تمر كل خلية أحادية الكروموسومات (*1n*) **بالأطوار التالية :**

١-الطور التمهيدي الثاني *Prophase II*

في هذا الطور تتكون خيوط المغزل، وتتصل بالسنترومير وتتحرك الكروموسومات إلى منتصف الخلية.

٢-الطور الاستوائي الثاني *Metaphase II*

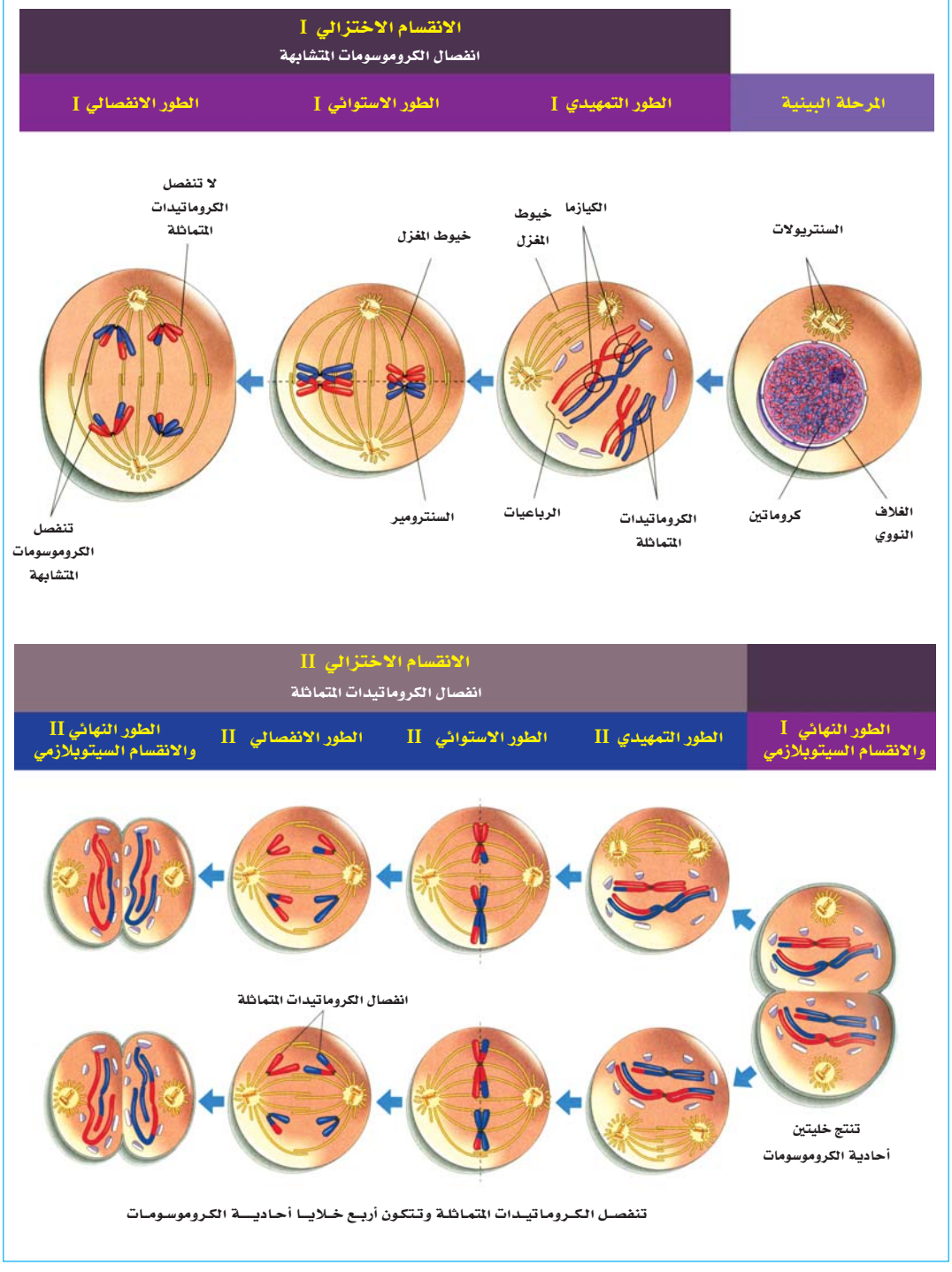
تصطف الكروموسومات في منتصف الخلية في خط واحد، وترتبط خيوط المغزل بكل كروماتيد .

٣-الطور الانفصالي الثاني *Anaphase II*

في هذا الطور تنفصل الكروماتيدات الناتجة بفعل انقسام السنترومير وتتحرك إلى قطبي الخلية.

٤-الطور النهائي الثاني *Telophase II*

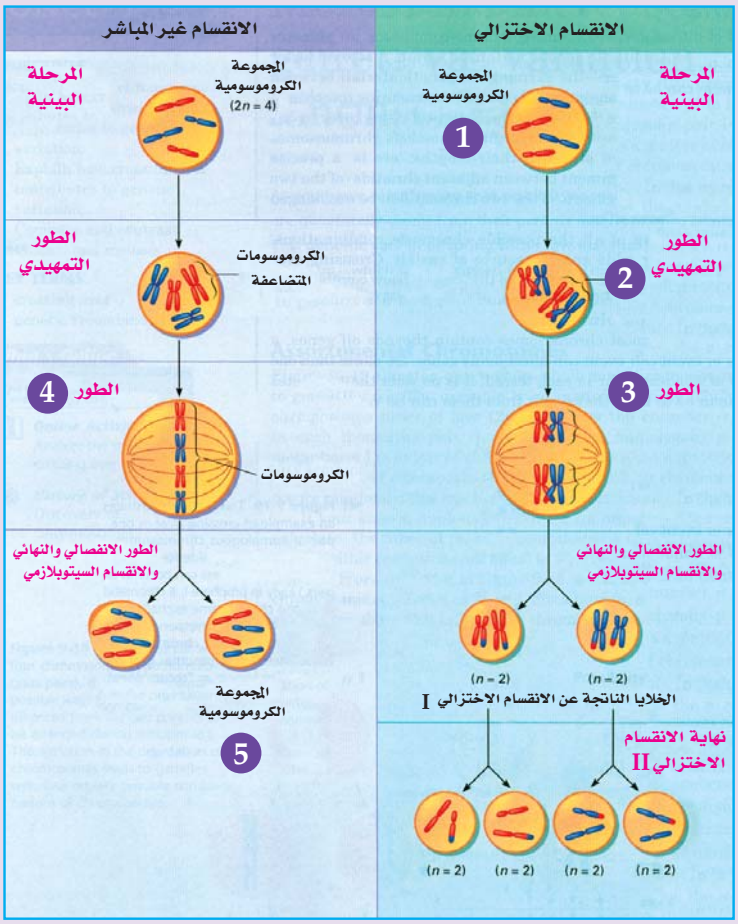
في هذا الطور يتكون الغشاء النووي وتتشكل النوية،وتختفي خيوط المغزل.وتعتبر الكروماتيدات في هذا الطور كروموسومات منفردة، ومن ثم يبدأ الانقسام السيتوبلازمي لتعطي كل خلية خليتين جديدتين، وعندما يكتمل الانقسام الاختزالي ينتج أربع خلايا أحادية الكروموسومات(*1n*) كناتج نهائي. ويوضح الشكل (١-١٥) أطوار الانقسام الاختزالي الأول والثاني .



الشكل (١-١٥) : أطوار الانقسام الاختزالي الأول والثاني (*)

اختبر فهمك ٤

ادرس الشكل المقابل، والذي يمثل مقارنة بين الانقسام غير المباشر والانقسام الاختزالي واكتب البيانات التي تشير إليها الأرقام (1–5) :



١–٥ تطبيقات على انقسامات الخلية الحية *Application of Cell Division*

استفاد العلماء من خلال دراستهم لدورة الخلية في تطبيقات حيوية عدة منها :

الاستنساخ *Cloning*

هو عملية تكوين أفراد متماثلة بواسطة الانقسام غير المباشر، ويكون الفرد الناتج عن الاستنساخ متطابقًا مع الأصل في المحتوى الوراثي. وتعتبر التوائم المتماثلة (المتطابقة) *identical twins* خير مثال على الاستنساخ الطبيعي؛ إذ يتكون التوأم المتماثل من إخصاب بويضة واحدة بحيوان منوي واحد، وبعد حدوث انقسام غير مباشر للاقحة *zygote*، وقبل حدوث التمايز الخلوي تنفصل الخلايا وتُكوِّن أجنة متماثلة. وأما التوائم غير المتماثلة *fraternal twins* فتنتج من إخصاب بويضتين بحيوانين منويين، وبالتالي فإن هذه التوائم غير متشابهة وراثيًّا. لذا فهي لا تعتبر استنساخًا مثل التوائم المتماثلة.

ويحدث الاستنساخ في مختلف الكائنات الحية.

أولاً : الاستنساخ في النبات *Plant Cloning*

يعتبر التكاثر الخضري الذي تعلمته في الصف الحادي عشر خير مثال على الاستنساخ في النبات.

استنساخ عُقَل النبات

سؤال علمي: كيف يمكنك الحصول على نبات كامل ؟

المواد والأدوات: – نبات (الرمان أو العنب أو النعناع أو الريحان)

– مقص – نظارات واقية – قفازات – أصيص

– لباس مخبري – تربة زراعية – ملقط

إجراءات الأمن والسلامة :

– ارتدِ اللباس المخبري والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات: ١– اقطع بعناية وبزاوية ساق النبات الذي يحتوي على بعض الوريقات العلوية.

٢– اغرس ساق النبات في التربة الرطبة.

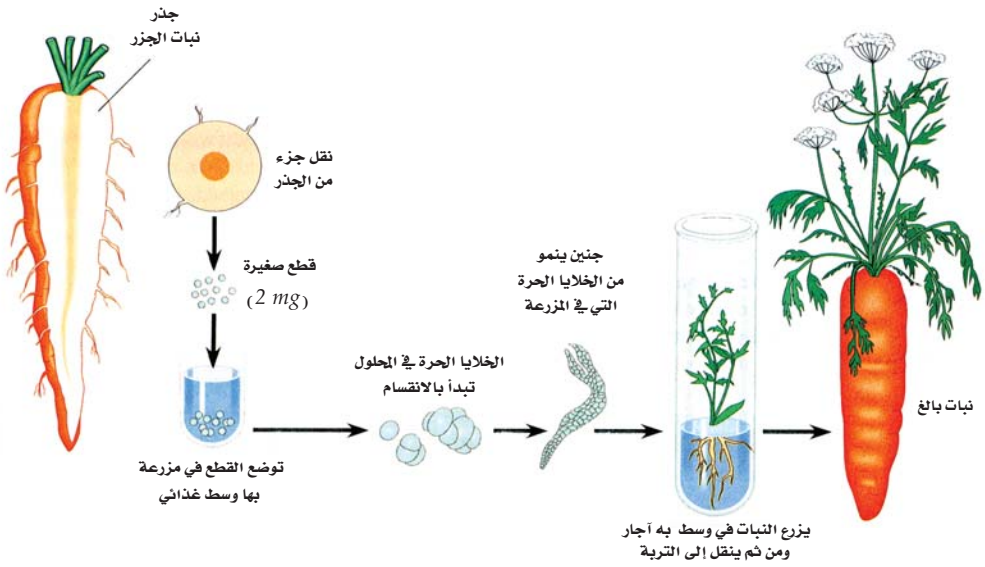
٣– قس طول ساق النبات في البداية وسجِّل عدد الأوراق.

٤– كرر هذه الخطوة أسبوعيا لمدة شهرين. سجِّل البيانات التي قمت بجمعها في جدول.

التحليل والتفسير: ١– ما التغيرات التي حدثت خلال فترة نمو النبات؟

٢– بدون إزالة النبات من الأصيص كيف يمكنك إثبات أن جذوره قد نمت؟

ويوضح الشكل (١–١٦) استنساخ الجزر في أنابيب الاختبار من خلايا جسدية *somatic cells* تنتج نباتًا جديدًا .



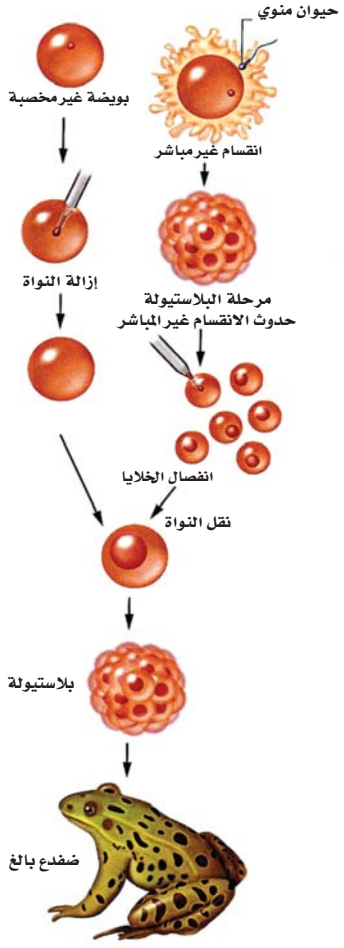
الشكل (١-١٦) : الاستنساخ بواسطة الأنابيب للجزر

ثانيًا: استنساخ الحيوان : *Animal cloning*

يحدث الاستنساخ في الحيوان باستخدام تقانات مختلفة :

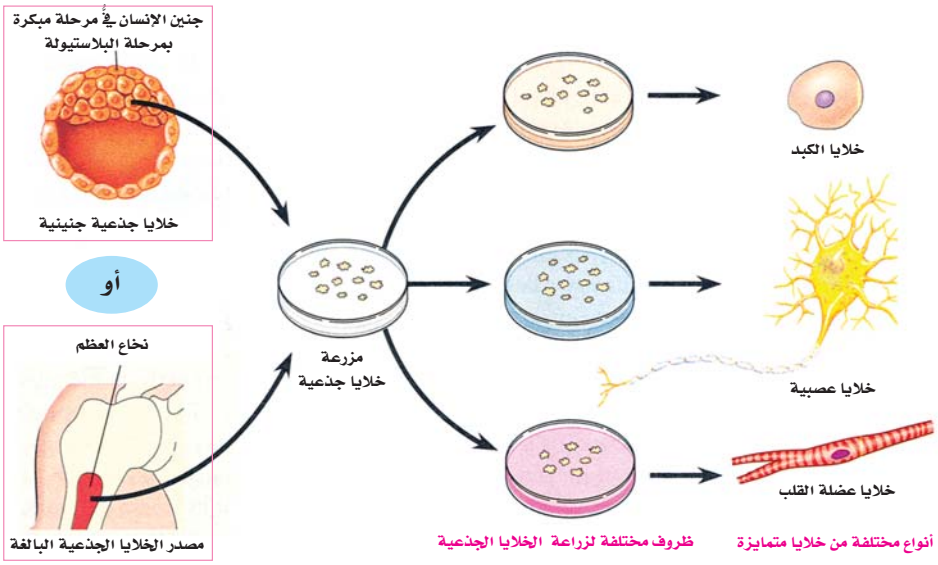
- **الاستنساخ الجنيني** *Embryo cloning*، ويقصد به تقنية فصل الخلايا ، أي توأمة الأجنة. ويكون الجنين حاملاً لصفات الأب والأم معًا. ويوضح الشكل (١-١٧) استنساخ الضفدع باستخدام تقانة فصل الخلايا بواسطة ماصة دقيقة *micropipette* .

- **الاستنساخ الجسدي** *Somatic cloning*، ويتم من خلال إنتاج مواليد من خلايا جسدية مأخوذة من فردٍ ما، ويولد المولود حاملاً لجميع صفات الفرد نفسه مثل ما حدث عند استنساخ النعجة دوللّي.

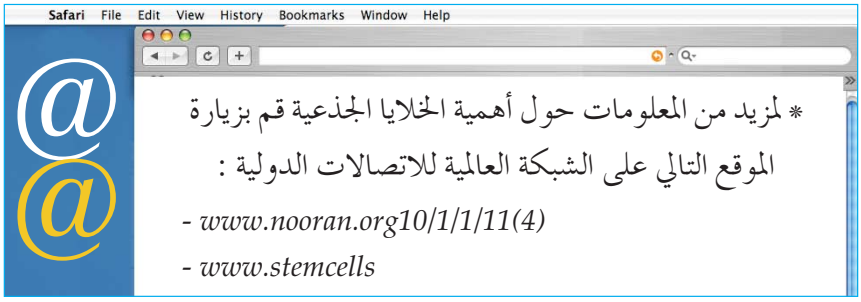


الشكل (١-١٧) : الاستنساخ لأجنة الضفدع

ولقد اتجهت أنظار العلماء في الآونة الأخيرة إلى الاستفادة من فكرة الاستنساخ في تطويع الخلايا الجذعية للإنسان لغرض الحصول على أنسجة متمايزة،باعتبار أن الخلية الجذعية بإمكانها أن تتمايز إلى أنواع الخلايا المختلفة الأخرى كالخلايا العصبية والعضلية كما يوضح الشكل (١-١٨).



الشكل (١-١٨) : استنساخ الخلايا الجذعية



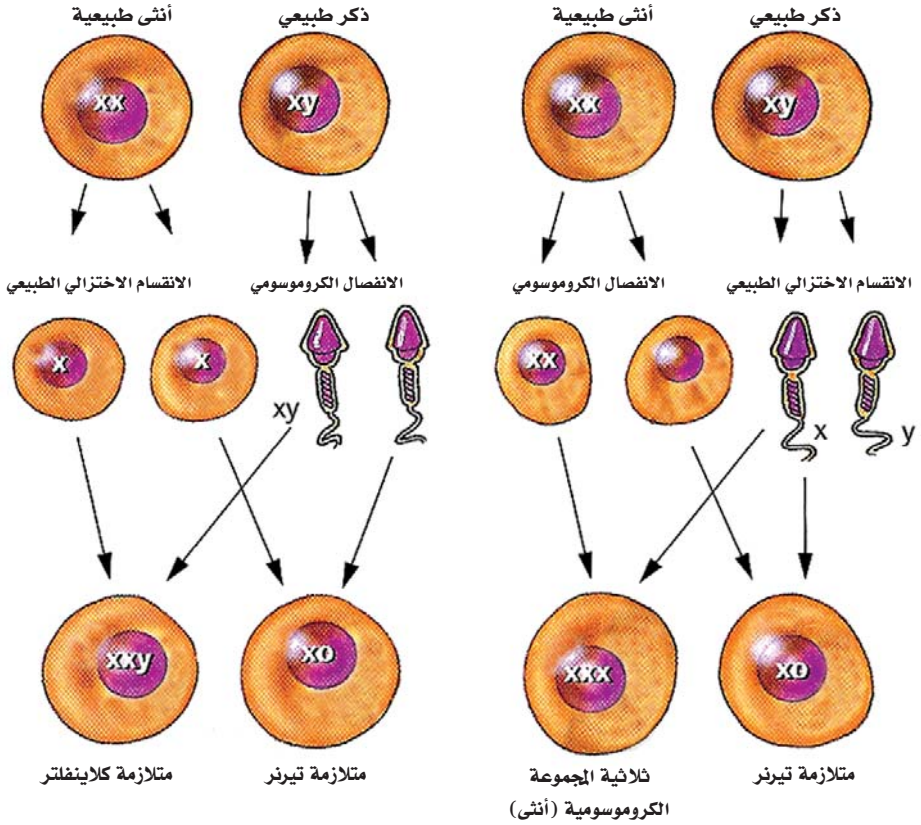
١-٦ اختلالات الانقسام الخلوي The Cell Division Disorders

الانقسام الاختزالي غير الطبيعي Abnormal Meiosis

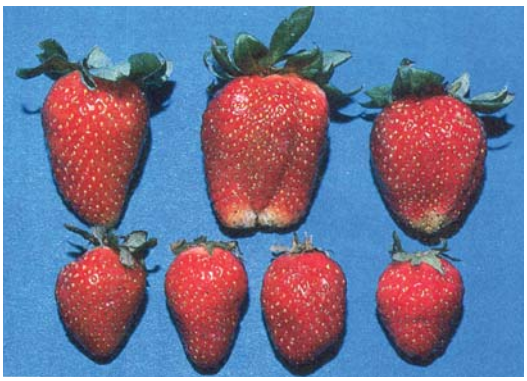
تحدث عملية عدم الانفصال *nondisjunction* عندما تفشل الكروموسومات المتشابهة في الانفصال خلال الانقسام الاختزالي،وهو ما ينتج عنه اختلاف في عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة عن هذا الانقسام، وبالتالي فإن هذه الخلايا التي حدث بها نقص أو زيادة في المحتوى الوراثي ستتأثر وظيفيًّا. قد تحدث عملية عدم الانفصال في الخلايا الجسدية والجنسية إلا أن تأثيرها يكون أشد في الخلايا الجنسية . لماذا ؟

يوضح الشكل (١–١٩) بعض الاختلالات الوراثية في الخلايا الجنسية بالإنسان.

نجد بعض الكائنات الحية تحتوي على أكثر من مجموعتين كروموسوميتين. وهذه الحالة تعرف بتعدد المجموعة الكروموسومية *polyploidy*. وتكـون المجموعة الكروموسومية على أنماط مختلفة في الكائنات الحية؛ فقد تكون المجموعة الكروموسومية ثلاثية ($3n$) أو رباعية ($4n$) وهكذا .



الشكل (١- ١٩) : اختلالات عدم الانفصال في الإنسان



يمثل الشكل (١–٢٠) ثمرة الفراوله كمثال على تعدد المجموعة الكروموسومية.

الشكل (١- ٢٠) : ثمرة الفراولة

الأورام Tumors

توجد مجموعة من الأمراض تسبب انتفاخًا في الجلد والأغشية، وتظهر على شكل تورّم يتراوح طوله بين بضعة ملليمترات وعدة سنتيمترات، ويستمر لعدة دقائق أو ساعات أو أيام ثم يزول، مثل الانتفاخ في منطقة الجفون والشفاه واليدين،وهذا يختلف عن الأورام .

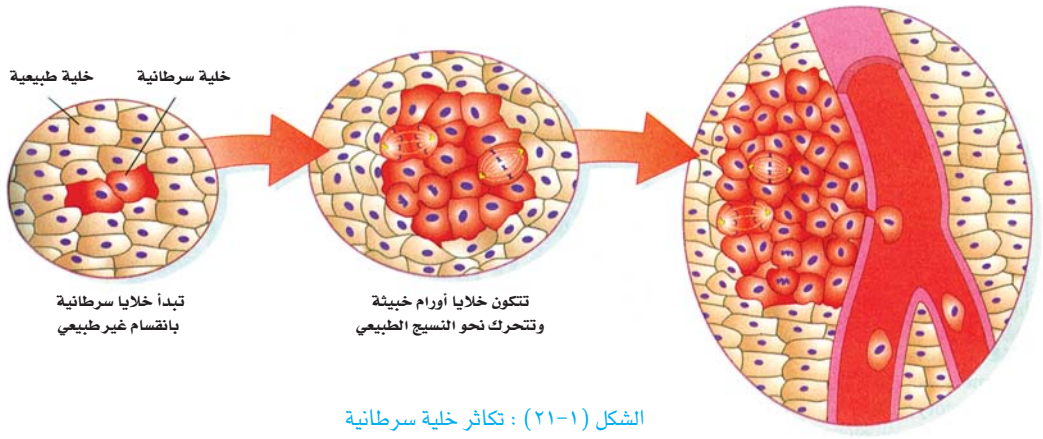
أما الورم *tumor* فيعرف بأنه كتلة من الخلايا غير الطبيعية الناتجة عن انقسام غير منضبط، ويصاحب ذلك فقدان هذه الخلايا لوظيفتها.هناك نوعان من الأورام:

١ - الورم الحميد *Benign tumor*

عبارة عن خلايا غير طبيعية مغلَّفة بغشاء،فقدت وظيفتها فلا تستطيع الانتشار ويمكن إزالتها بالجراحة،كالثآليل .

٢ - الورم الخبيث *Maligmeat tumor*

عبارة عن خلايا ناتجة عن تكاثر الخلايا غير المنضبطة (السرطانية). والسرطان *cancer* هو مرض سببه فقد الخلايا لآليات السيطرة الطبيعية لدورة الخلية،وهو ما يؤدي إلى فقدانها لوظائفها،وبالتالي فقدان النسيج والعضو الذي تدخل في تركيبه لوظائفه.



الشكل (١-٢١) : تكاثر خلية سرطانية

ومن أهم ما تتصف به الخلايا السرطانية قدرتها على الانتشار بسبب حدوث انقسامات الخلية أكثر فأكثر بشكل غير مسيطر عليه.ويبدأ السرطان بحدوث طفرة في *DNA* الخلية،وكبح دورة الخلية الطبيعية، الأمر الذي يجعل الخلايا تقوم بعملية الانقسام غير المباشر بشكل سريع، ويوضح الشكل(١-٢١) خلايا سرطانية.

ولعلاج السرطان يستخدم العلاج الجراحي أو العلاج الإشعاعي *radiation therapy* أو العلاج الكيماوي *chemotherapy* أو استخدام بعض العقاقير التي قد تحطم الخلايا السرطانية أو العلاج الهرموني،وجميع هذه المحاولات العلاجية لإيقاف الخلايا السرطانية عن الانقسام.

وقد بذلت الحكومة الرشيدة في السلطنة جهودًا كبيرة لمكافحة هذا المرض؛فتم انشاء مركز للسرطان في المستشفى السلطاني لعلاج هذا المرض.

الاستكشاف ٤

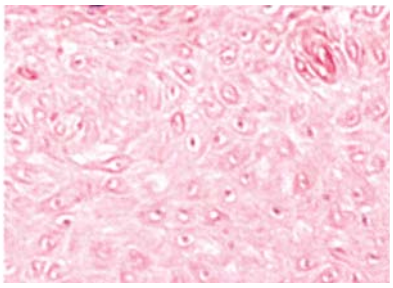
مقارنة خلايا طبيعية بخلايا سرطانية

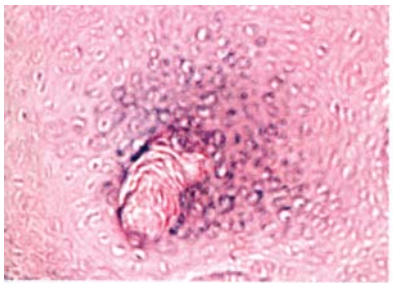
سؤال علمي: ما وجه الاختلاف بين الخلايا الطبيعية والخلايا السرطانية ؟

المواد والأدوات: – مجهر مركب – أوراق تنظيف العدسات
– شرائح مجهرية جاهزة لخلايا حرشفية سرطانية. – زايلين
– شرائح مجهرية جاهزة لخلايا حرشفية طبيعية.

الإجراءات: ١– نظف عدسات المجهر بأوراق تنظيف العدسات والزايلين .
٢– افحص شريحة لخلايا حرشفية طبيعية تحت المجهر باستخدام العدسة الشيئية الصغرى ثم الوسطى فالكبرى،وارسم ما تشاهده في دفترك.
٣– أعد الخطوات السابقة لمشاهدة الخلايا الحرشفية السرطانية.

التحليل والتفسير: ١– قارن بين الخلية الطبيعية والخلية السرطانية من حيث :
– حجم الخلية. – حجم النواة . – شكل الخلية .
٢– من خلال الشكل الموضح أدناه يلاحظ أن حجم النواة في الخلايا الحرشفية السرطانية يكون أكبر من حجمها في الخلايا الحرشفية الطبيعية.فسِّر إجابتك.


خلايا حرشفية طبيعية

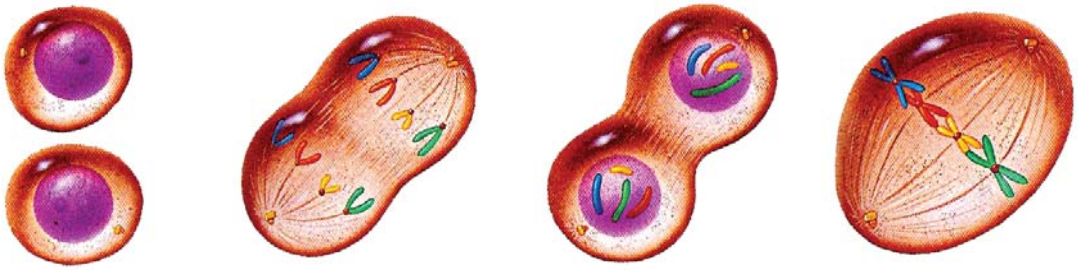

خلايا حرشفية سرطانية

اختبر فهمك

١– اذكر اختلافين بين الورم الحميد والورم الخبيث؟
٢– ما تأثير أدوية معالجة السرطان على الانقسام غير المباشر للخلايا السرطانية ؟

◆ السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكل من المفردات الآتية :

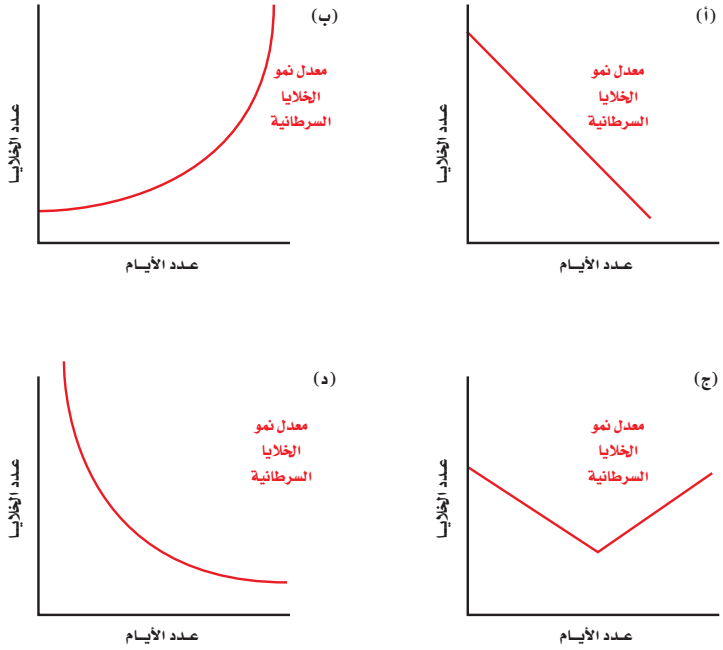
١- الشكل الذي يوضح الطور الاستوائي هو :



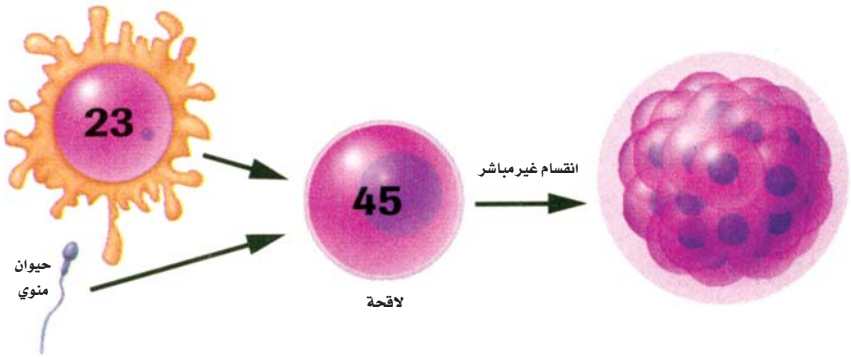
أ) ب) ج) د)

٢- يقوم باحث بدراسة معدل النمو في خلايا الأورام الخبيثة للفأر ، إذ يقوم بحساب عدد الخلايا كل يومين لكل $1\ mm^2$ على مدى شهرين.

الشكل الذي يعبر عن بياناته المجمعة هو :



★ استخدم الشكل التالي في الإجابة عن الأسئلة (٣-٥)



٣- عدد كروموسومات الحيوان المنوي :

أ- 20 ب- 22 ج- 23 د- 45

٤-إذا كانت اللاقحة أنثى فإن عدد الأزواج المتشابهة للكروموسومات التي ستكون فيها :

أ- 20 ب- 22 ج- 23 د- 45

٥- عدد الكروموسومات في كل خلية بلاستيولة حدث لها انقسام غير مباشر:

أ- 20 ب- 22 ج- 23 د- 45

٦- إحدى العضيات الآتية لا توجد في الخلية النباتية :

أ- الجدار الخلوي ب- الغشاء النووي

ج- الرايبوسومات د- الجسم المركزي

٧- يتم تنظيم مرور المواد من الخلية الحيوانية وإليها بواسطة:

أ- الغشاء البلازمي ب- الغشاء النووي

ج- الرايبوسومات د - الجدار الخلوي

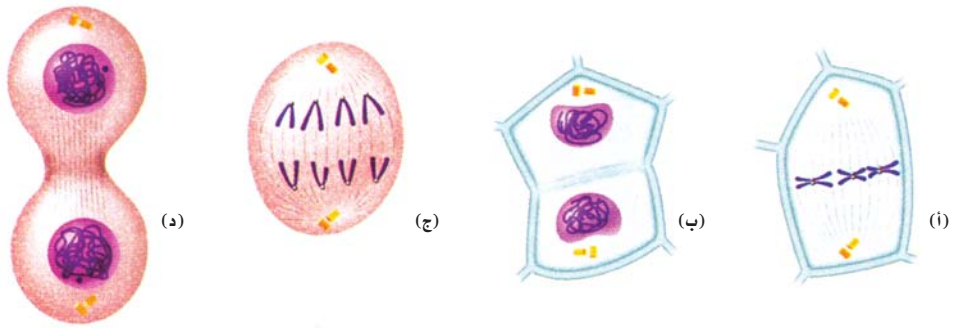
◆ السؤال الثاني :

-أكمل الجدول الآتي :

	الإنسان	القـط	الروبيان	الفاصولياء
قبل الانقسام الاختزالي				
عدد الكروموسومات	46	?	?	?
عدد أزواج الكروموسومات المتشابهة	23	?	127	?
بعد الانقسام الاختزالي (I)				
عدد الكروموسومات	23	19	?	?
بعد الانقسام الاختزالي (II)				
عدد الكروموسومات	23	?	?	11
عدد أزواج الكروموسومات المتشابهة	0	?	?	?

◆ السؤال الثالث :

أ- يوضح الشكل أدناه خلايا نباتية وحيوانية في أثناء انقسام الخلية. ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



١- أي من الأشكال يمثل خلية نباتية وأيها يمثل خلية حيوانية. فسِّر إجابتك .

٢- وضح أطوار الانقسام لكل من الأشكال المذكورة أعلاه؟

ب- الجدول المقابل يوضح أحداث دورة خلية حية. باستخدام بيانات الجدول أرسم شكلاً دائريًّا يُوضِّح نسبة كل حدث.

الأحـداث	الزمن (h)
نمو سريع	15
نمو وتضاعف DNA	20
التحضير للانقسام	10
الانقسام غير المباشر	5

ج– علل العبارات الآتية:

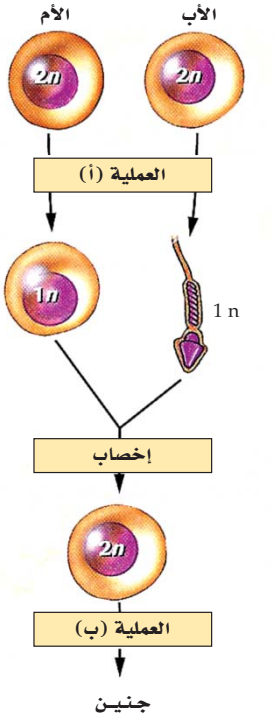
١– يعتبر تضاعف المادة الوراثية ضروريًّا قبل حدوث الانقسام.

٢– يوجد في الخلايا العضلية عدد كبير من الميتوكندريا على طول الألياف البروتينية.

٣– تحتوي خلايا الدم البيضاء على أعداد كبيرة من الليسوسومات.

◆ السؤال الرابع :

أ– الشكل المقابل يوضح تزاوجًا بين ذكر وأنثى. أدرسه ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

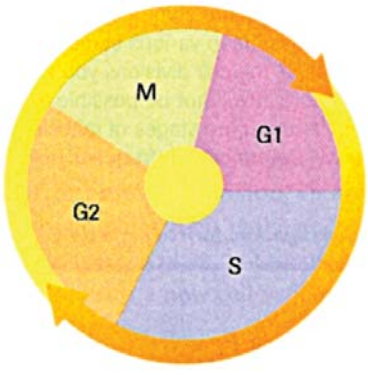


١– ما رمز العملية الذي يدل على حدوث الانقسام غير المباشر؟ فسِّر إجابتك.

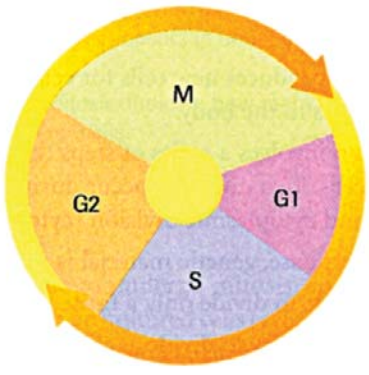
٢– ما رمز العملية الذي يدل على حدوث الانقسام الاختزالي ؟ فسِّر إجابتك.

٣– كيف تختلف الخلايا أحادية الكروموسومات عن الخلايا ثنائية الكروموسومات في الإنسان؟

ب– صف الاختلاف بين دورتي الخلية الموضحتين في الشكل التالي ؟



دورة الخلية للخلية (أ)



دورة الخلية للخلية (ب)

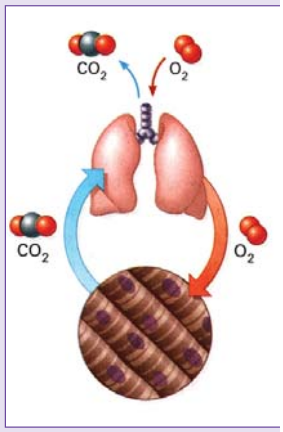
التنفس الخلوي
Cellular Respiration

مقدمة

لقد درست في الصف العاشر المواد الغذائية العضوية وغير العضوية،وأهمية كل منها للجسم في الحصول على الطاقة للقيام بالعمليات الحيوية المختلفة كالحركة،والنمو،والتكاثر،والإخراج وغيرها.

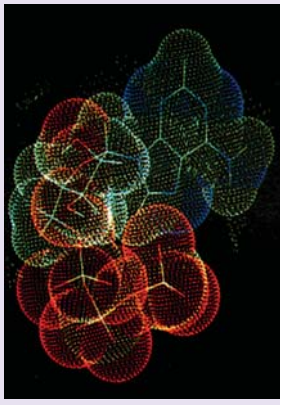
وفي الصف الحادي عشر درست عملية التنفس كعملية حيوية لجميع الكائنات الحية؛حيث تعرفت تركيب الجهاز التنفسي،وكيفية حدوث التبادل الغازي بين الخلايا والدم في الإنسان،وحدوثه في مختلف الكائنات الحية الأخرى.

وفي هذا الفصل ستستكشف كيفية قيام الخلية الحية بأكسدة المواد الغذائية البسيطة عن طريق الإنزيمات لتحرير الطاقة الكامنة في الروابط الكيميائية بين ذرات عناصر المركبات العضوية التي تكوِّن هذه المواد، وتخزينها على شكل مركب *ATP* ليستفيد منها الجسم فيما بعد،وذلك من خلال سلسلة من التفاعلات الحيوية التي تحدث في الخلية الحية بوجود الأكسجين؛ويطلق على هذه العملية مصطلح التنفس الخلوي *cellular respiration*.



إضافة إلى أنك ستتعرف التنفس الهوائي،وأنواع التنفس اللاهوائي،وأهمية كل نوع ، والكيفية التي استطاع بها الإنسان الاستفادة من فكرة التخمر في الكثير من الصناعات المهمَّة التي أثرت على نمط حياته بشكل مباشر .

الموضوعات الرئيسة



٢-١: مفهوم التنفس.

٢-٢: التنفس الخلوي .

٢-٣: دور جزيئات الطاقة ATP في أيض الخلية.

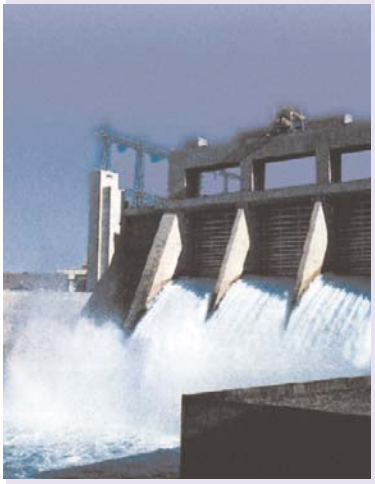
٢-٤: ضبط التنفس الهوائي.

٢-٥: أيض المواد الغذائية.

٢-٦: التنفس اللاهوائي.

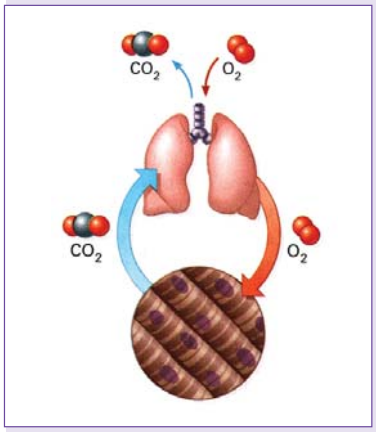
٢-٧: كيف استفاد الإنسان من فكرة التخمر ؟

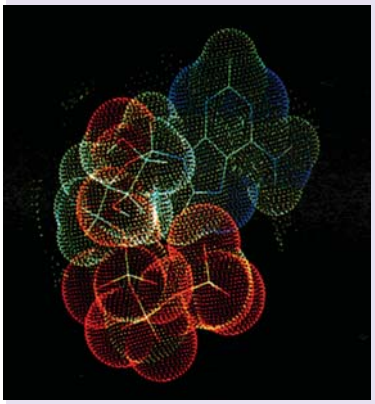
٢-٨: بعض التأثيرات السلبية للعلوم والتقانة على عملية التنفس.



مصطلحات علمية جديدة

١–التنفس الخلوي ——— *Cellular respiration*
٢–التنفس الهوائي ——— *Aerobic respiration*
٣–التنفس اللاهوائي ——— *Anaerobic respiration*
٤–الانشطار السكري ——— *Glycolysis*
٥–دورة كريبس ——— *Krebs cycle*
٦–سلسلة نقل الإلكترون ——— *Electron transport chain*
٧–الأسموزية الكيميائية ——— *Chemiosmosis*
٨–الفسفرة على مستوى المادة *Substrate level phosphorylation*
٩–الفسفرة المؤكسدة ——— *Oxidative phosphorylation*
١٠–استيل ——— *Acetyl*
١١–التخمر الكحولي ——— *Alcoholic fermentation*
١٢–التخمر اللبني ——— *Lactic fermentation*
١٣–معدل الأيض ——— *Metaboilc rate*
١٤–معدل الأيض الأساسي ——— *Basal metabolic rate*





عناوين الاستكشافات

الاستكشاف (١): أكسدة المواد الغذائية

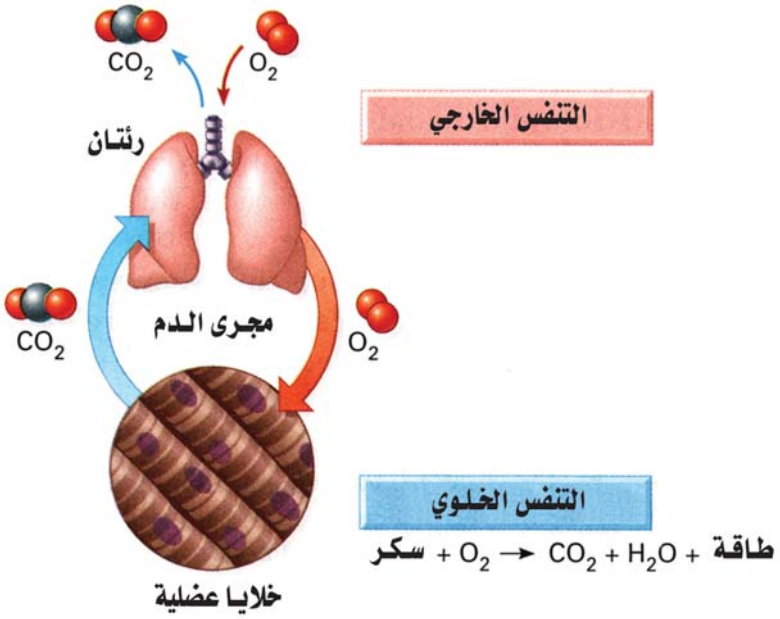
الاستكشاف (٢): الرياضة ترفع من كفاءة التنفس الخلوي

الاستكشاف (٣): معدل الأيض الأساسي

مخطط الفصل الثاني : التنفس الخلوي

٢-١ مفهوم التنفس Respiration Concept

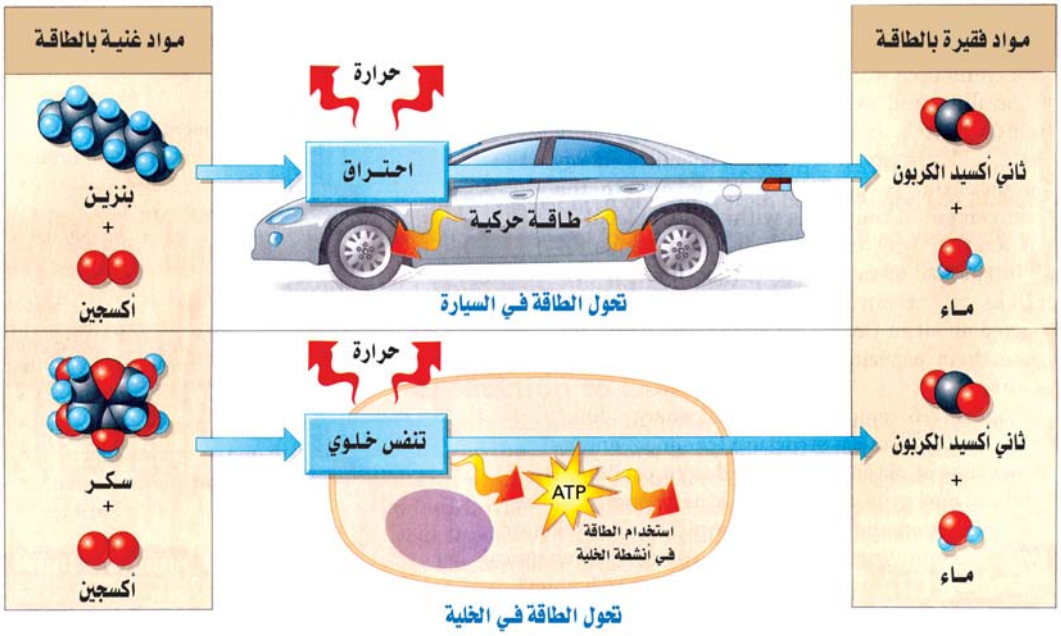
يشار إلى عملية التبادل الغازي بين الكائن الحي وبيئته بالتنفس الخارجي *external respiration(breathing)* وعملية تحرير الطاقة من المواد العضوية داخل الخلية الحية بالتنفس الداخلي (الخلوي) *internal cellular respiration* . هناك علاقة وثيقة بين التنفس الخارجي والتنفس الداخلي؛حيث يوفر التنفس الخارجي إمدادًا مستمرًّا من الأكسجين الذي ينقل عبر الدم إلى الخلايا التي تحدث فيها عملية التنفس الخلوي .(الشكل ٢- ١).



الشكل (٢-١): العلاقة بين التنفس الخارجي والتنفس الداخلي

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى الطاقة ، وذلك لاستمرار حياتها ، ولتأمين حاجتها من الطاقة لا بد من القيام بعملية التنفس الخلوي التي تتم من خلالها أكسدة المواد الغذائية،وتحرير الطاقة منها.

إن أكسدة المواد الغذائية من خلال عملية التنفس تشبه إلى حدٍّ ما عملية احتراق البنزين (البترول) داخل محرك السيارة؛حيث إن الخلية الحية تقوم بتحويل مركبات كيميائية معقدة التركيب غنية بالطاقة إلى مركبات كيميائية بسيطة التركيب فقيرة بالطاقة (الماء وثاني أكسيد الكربون)،وكذلك الحال بالنسبة إلى محرك السيارة حيث يقوم بتحويل البترول كمركب كيميائي معقد إلى نفس المركبات البسيطة التركيب والفقيرة بالطاقة(الماء وثاني أكسيد الكربون) ، إلا أن الفرق بين ما يتم في الخلية الحية وما يتم في محرك السيارة هو أن عملية الاحتراق بطيئة في الخلايا بينما هي سريعة جدًّا في محرك السيارة. الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢): العلاقة بين التنفس الخارجي والتنفس الداخلي

ومن عظمة الخالق سبحانه وتعالى أن منح أجسام الكائنات الحية القدرة على هضم أنواع مختلفة من المواد الغذائية للحصول على الطاقة ، في حين إن السيارة لا تستخدم سوى مصدر واحد للطاقة.

الاستكشاف ١

أكسدة المواد الغذائية

سؤال علمي: كيف يمكن التحقق من نواتج عملية أكسدة المواد الغذائية ؟

المواد والأدوات: –أنبوبة اختبار عدد(2). – مصدر لهب. –حامل معدني.
– ملقط تثبيت. – سدادة بثقب واحد.
–سدَّادتان مطاطيتان ذواتا ثقب واحد . – ماء جير.
–سكروز (سكر المائدة) . – أنبوبة مفتوحة الطرفين على شكل حرف L .
– 20 بذرة فول مستنبتة .
– 20 بذرة فول تم وضعها في ماء عند درجة الغليان لمدة 15 دقيقة، ثم تركت لتبرد.
–زجاجتا ديوارس(ثيرموس) مع قاعدتيهما الخشبيتين(ويمكن استخدام الثيرموس العادي لحفظ الحرارة) .
–مقياس حرارة سيليزي (ثيرموميتر) (عدد 2).

الجزء الأول: انطلاق ثاني أكسيد الكربون

إجراءات الأمن والسلامة :

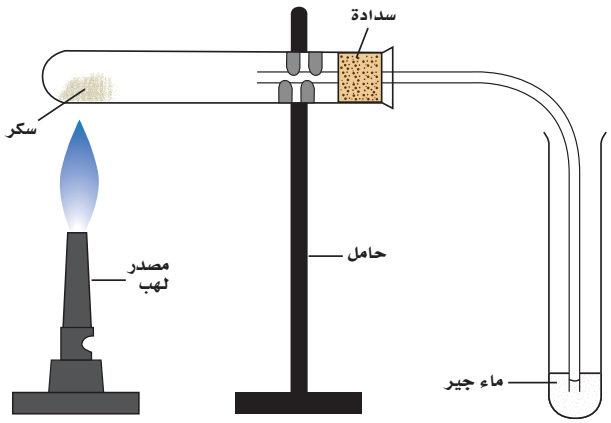
احترس من مصدر اللهب والأنبوبة الساخنة.

الإجراءات: ١- ضع ملعقة كبيرة من السكروز في إحدى أنبوبتي الاختبار، ثم أغلقها بالسدادة.

٢- ضع 5 mL من ماء الجير في الأنبوبة الأخرى،مسجلاً لون ماء الجير في دفترك .

٣- ثبت الأنبوبة التي تحتوي على السكر على الحامل المعدني،ثم صل بينها وبين الأنبوبة الأخرى مستخدمًا الأنبوبة مفتوحة الطرفين كما في الشكل المجاور.

٤- أشعل مصدر اللهب أسفل الأنبوبة المثبتة على الحامل المعدني.دوِّن ملاحظاتك.



التحليل والتفسير: ١- ما التغير الذي حدث للون ماء الجير بعد احتراق السكروز؟

٢- برأيك ما الفرق بين احتراق السكر داخل الأنبوبة واحتراقه في الخلية؟

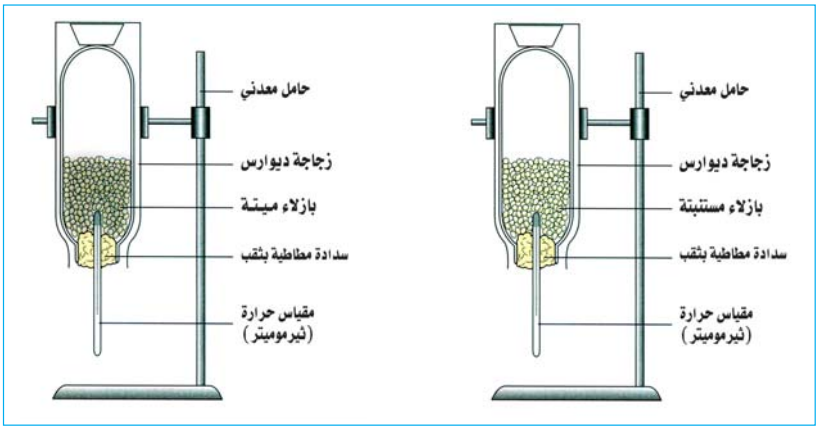
٣- ما نواتج عملية احتراق السكر؟

الجزء الثاني: انطلاق الحرارة

الإجراءات: ١-خذ بذور الفول المستنبتة،وضعها في إحدى زجاجتي ديوارس،ثم رقِّمها بالرقم (١)،وفي الوقت نفسه انقل بذور الفول المغلية إلى زجاجة ديوارس أخرى ، ثم رقمها بالرقم (٢).

٢-أحكم إغلاق الزجاجتين بسدادتي المطاط ذواتي الفتحة الواحدة،ثم اقلبهما.

٣- أدخل مقياس الحرارة (الثيرموميتر) في كلتا الزجاجتين من خلال فتحة السدادة المطاطية بحيث ينغمر مستودعه الزئبقي بين البذور كما في الشكل أدناه.



٤- دوِّن قراءة المقياسين عند بدء التجربة، ثم بعد 20 دقيقة دوِّنها من جديد.

٥- دوِّن نتائجك في الجدول التالي :

رقم الثيرموس	درجة الحرارة (^oC) عند بدء التجربة	درجة الحرارة (^oC) بعد 20 دقيقة
(1)		
(2)		

التحليل والتفسير: ١- في أي من زجاجتي ديوارس ارتفعت درجة الحرارة؟ ولماذا؟

٢- ما الهدف من غلي البذور غير المستنبتة ؟

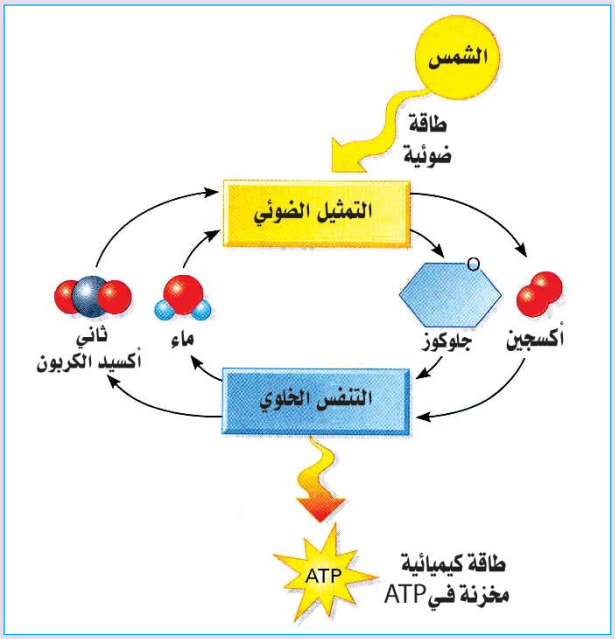
٣- أيٌّ من مراحل التنفس تعطي طاقة أكبر؟ ولماذا؟

معلومات تهمك

تقوم النباتات والطحالب بعملية التنفس الخلوي بنفس الطريقة التي تقوم بها الحيوانات،أي أنها تحتاج إلى الأكسجين لأكسدة المواد الغذائية وإنتاج الطاقة .

اختبر فهمك ١

ادرس الشكل التالي الذي يوضح العلاقة بين التنفس والتمثيل الضوئي ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :



العلاقة بين التنفس والتمثيل الضوئي (*)

١- وضِّح العلاقة بين عمليتي التنفس والتمثيل الضوئي.

٢- برأيك كيف يتحقق قانون حفظ الطاقة من خلال العلاقة بين التمثيل الضوئي والتنفس؟

وبعد أن تعلمت أن الميتوكندريا هي عضية التنفس وإنتاج الطاقة على مستوى الخلية الحية في جميع الكائنات الحية حقيقية النواة *eukaryotes* والتي تشمل الحيوانات، والنباتات، والطلائعيات، والفطريات، ستتعرف فيما يلي أنواع التنفس الخلوي ومراحله المختلفة وستستكشف مدخلات ونواتج هذا التنفس.

٢-٢ التنفس الخلوي *Cellular Respiration*

يوجد نوعان من التنفس الخلوي هما: التنفس الخلوي الهوائي *aerobic cellular respiration*، والتنفس الخلوي اللاهوائي *anaerobic cellular respiration* .

التنفس الخلوي الهوائي

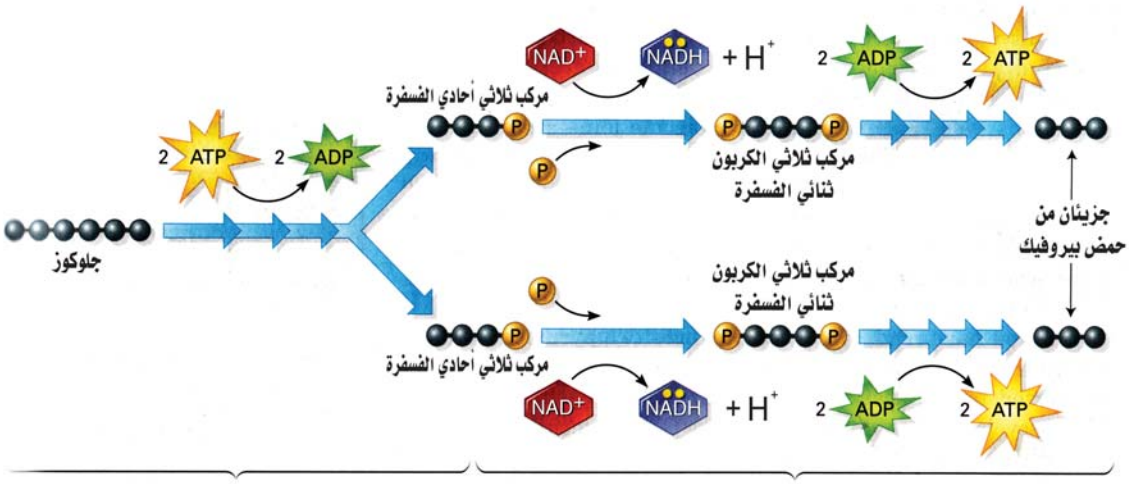
تتضمن عملية التنفس الخلوي الهوائي أربع مراحل : الانشطار السكري *glycolysis*، أكسدة حمض البيروفيك *pyruvic acid oxidation* ، دورة كريبس *krebs cycle* ، سلسلة نقل الإلكترونات *electron transport chain* .

وفيما يلي استعراض لهذه المراحل:

١ - مرحلة الانشطار السكري *Glycolysis*

تعتبر هذه المرحلة مشتركة بين نوعي التنفس الهوائي واللاهوائي، إذ تحدث هذه المرحلة في السيتوسول (السيتوبلازم بدون عضيات) بدون الأكسجين،وذلك لأن الإنزيمات اللازمة لحدوث تفاعلاتها موجودة في السيتوبلازم.

ويوضح الشكل (٢–٣) ملخصًا لمرحلة الانشطار السكري.



الشكل (٢- ٣): مرحلة الانشطار السكري

ويمكن توضيح أهم أحداث هذه المرحلة كما يأتي:

١– تنتقل مجموعتا فوسفات من جزيئين *ATP* إلى جزيء الجلوكوز السداسي ذرات الكربون، وذلك لبدء تفاعل الانشطار السكري (أي يتم استهلاك جزيئين *ATP*).

٢– ينشطر المركب الناتج من الخطوة الأولى إلى جزيئين من مركب ثلاثي الكربون مفسفر بحيث يحتوي كل جزيء على مجموعة فوسفات واحدة عند أحد أطرافه.

٣– ينتج جزيئان من *NADH* وأيونا هيدروجين H^+ تنتقل معًا إلى المرحلة الرابعة مباشرة (سلسلة نقل الإلكترونات)،وفي هذه الأثناء تنتقل مجموعة فوسفات أخرى من السيتوبلازم إلى كل جزيء من المركب الثلاثي الكربون المفسفر ليصبح مركبًا ثلاثي الكربون ثنائي الفسفرة.

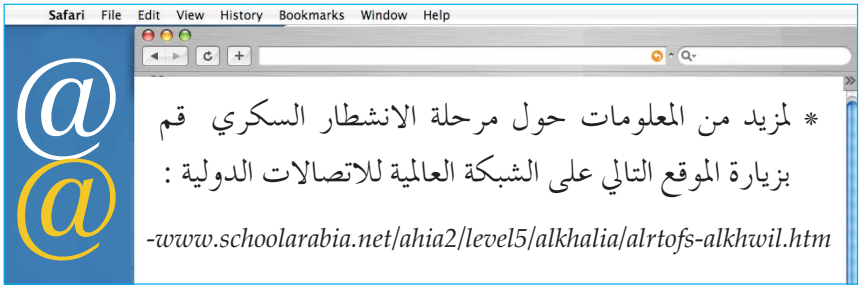
٤– بعد سلسلة من التفاعلات الكيميائية المحفزة إنزيميًّا يتحول جزيئا المركب الثلاثي الكربون الثنائي الفسفرة إلى جزيئين من حمض البيروفيك،ويصاحب ذلك تحرير أربعة جزيئات*ATP* ، ويكون صافي الطاقة الناتجة من هذه المرحلة *2ATP* .

اختبر فهمك ٢

١– لماذا لا تحطم الخلية مركب CO_2 وتحصل منه على الطاقة؟

٢– إذا اقتصرت عملية التنفس الخلوي على مرحلة الانشطار السكري فقط. فكم عدد جزيئات سكر الجلوكوز اللازمة لإنتاج 60 جزيء ATP ؟

٣– بالرغم من أن خلايا الدم الحمراء لا تحتوي على الميتوكندريا إلا أنها تحصل على الطاقة التي تحتاجها. فسِّر ذلك .



٢ - مرحلة أكسدة حمض البيروفيك *Pyruvic Acid Oxidation*

تتم هذه المرحلة من خلال ثلاث خطوات محفزة إنزيميًّا هي:

١– ينتقل جزيئا حمض البيروفيك الناتجان عن الإنشطار السكري من السيتوسول إلى حشوة الميتوكندريا عبرغشائيها بعد ارتباطهما ببروتين يوجد في الغشاء الداخلي من الميتوكندريا، حيث يتم تحويلهما إلى مجموعتي أستيل CH_3CO تحتوي كل مجموعة على ذرتي كربون ، وتتحرر مجموعتا كربوكسيل منخفضتا الطاقة على شكل جزيئين CO_2 تحت تأثير إنزيم متخصص .

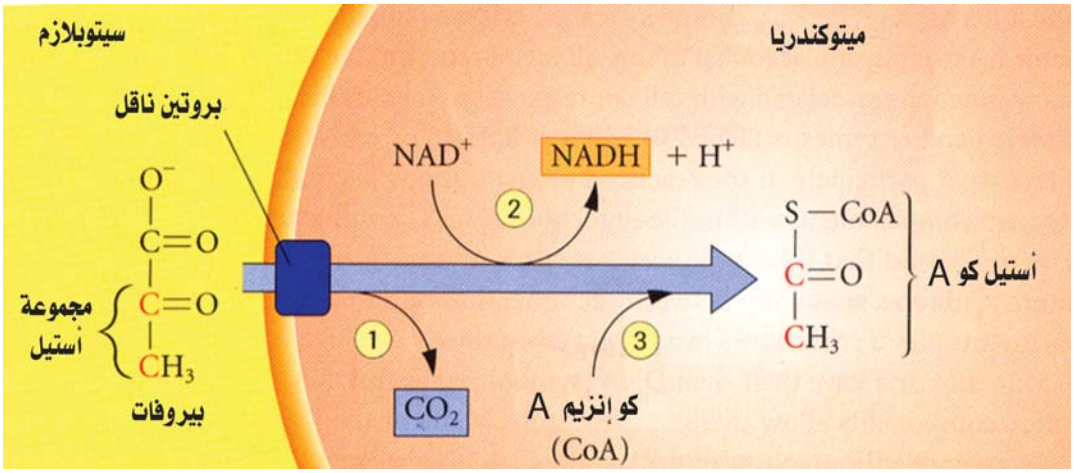
٢– اختزال جزيئين من NAD^+ إلى جزيئين من $NADH$ وأيونين من الهيدروجين H^+ وكلاهما ينتقل مباشرة إلى مرحلة سلسلة نقل الإلكترونات.

٣– تتحد كل مجموعة من مجموعتي الأستيل بجزيء ناقل يعرف بالمرافق الإنزيمي كو A (CoA) وينتج جزيئان من مركب أستيل كوإنزيم A *(Acetyl-CoA)* ، بعد ذلك يدخل كل منهما دورة كريبس بشكل منفصل . الشكل (٢–٤).

معلومات تهمك

– NAD: نيكوتين أميد ثنائي النيوكليوتيد وهو مركب مشتق من فيتامين النياسين الذي مصدره فيتامين (ب) الذي يعمل كناقل إلكتروني.

– وجد العلماء أن الطاقة المتحررة عن جزيء $NADH$ المتكون من مرحلة الانشطار السكري تساوي $2ATP$ ،وذلك لأن هذا الجزيء لا يستطيع دخول الغشاء الداخلي للميتوكندريا نظرًا لكبر حجمه وإنما يدخل على هيئة $FADH_2$ وذلك لصغر حجمه.



الشكل (٢- ٤) : مرحلة أكسدة جزيء واحد من حمض البيروفيك

ويمكن تلخيص هذه المرحلة بالمعادلة الآتية :

$$2pyruvate + 2NAD^{+} + 2CoA \longrightarrow 2\ Acetyl\text{-}CoA + 2NADH + 2H^{+} + 2CO_2$$

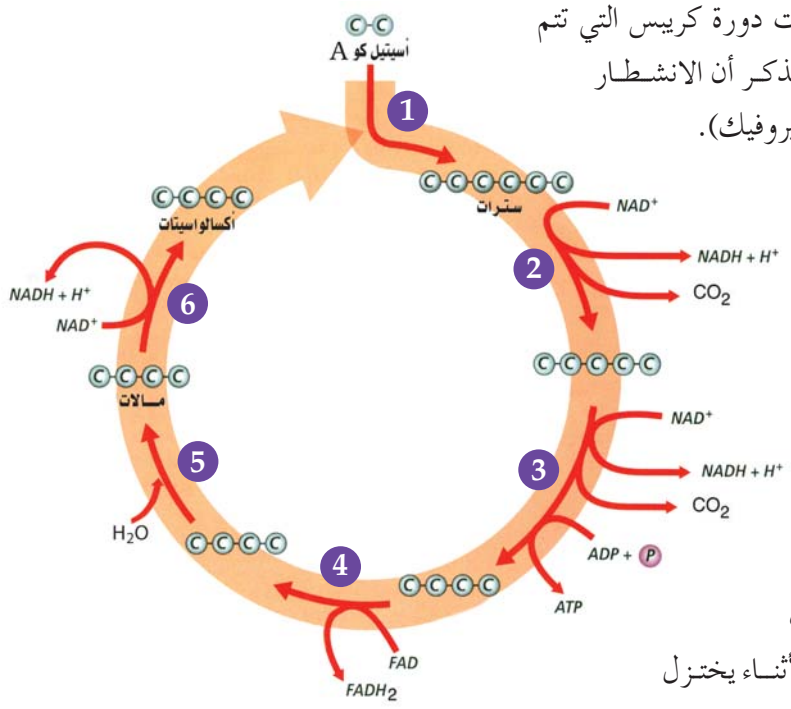
٣- مرحلة دورة كريبس *The Krebs Cycle* (دورة حمض السيتريك) *Tricaroboxylic Acid (TCA)*

اكتشف هذه الدورة العالم هانز كريبس *Hanz Krebs* عام ١٩٣٧م وهي عبارة عن سلسلة من تفاعلات الأيض *metabolism reactions* التي تحدث داخل الميتوكندريا وبوجود الأكسجين.

ويوضح الشكل (٢- ٥) خطوات دورة كريبس التي تتم لجزيء حمض بيروفيك واحد . (تذكر أن الانشطار السكري يعطي جزيئين من حمض البيروفيك).

١- تتحد مجموعة الأستيل كو إنزيم *A* مع مركب رباعي الكربون ليتكون مركب سداسي الكربون يعرف بالسترات *Citrate* ويتحرر المرافق الإنزيمي كو*A*.

٢- يفقد مركب السترات جزيء CO_2 ويتحول إلى مركب خماسي الكربون ، وفي هذه الأثناء يختزل جزيء NAD^{+} إلى *NADH* وأيون هيدروجين H^{+} .



الشكل (٢- ٥) : دورة كريبس

٣–يفقد المركب الخماسي السابق جزيء CO_2 ويتحول إلى مركب رباعي الكربون بوجود المرافق الإنزيمي كوA ، وفي هذه الأثناء يختزل جزيء NAD^+ إلى $NADH$ وأيون هيدروجين H^+ .

٤–تتم إزالة كوA بواسطة مجموعة الفوسفات التي تنتقل إلى GDP الذي يتحول إلى GTP ثم إلى ATP ويعرف هذا التفاعل بالفسفرة المباشرة لمادة التفاعل *substrate-level phosphorylation*.

٥–يتحول المركب الرباعي الناتج من الخطوة رقم (٤) إلى مركب رباعي كربون آخر، ويرافق ذلك اختزال FAD إلى $FADH_2$.

٦–يتحد جزيء ماء مع مركب رباعي الكربون ، ويتكون مركب المالات *Malate* الذي يتحول إلى مركب الأكسالواسيتات *oxaloacetate*، وفي هذه الأثناء يختزل جزيء NAD^+ إلى $NADH$ وأيون هيدروجين H^+.

ومن الجدير بالذكر أن خطوات دورة كريبس تحدث في الحشوة باستثناء الخطوة الخامسة التي تحدث في الغشاء الداخلي للميتوكندريا.

وتوضح المعادلة الآتية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل لدورتي كريبس أي بعد استهلاك جزيء جلوكوز بالكامل:

$$2cetyl\ CoA + 2Oxaloacetate + 2ADP + 2Pi + 6NAD^+ + 2FAD \longrightarrow 2Citrate + 4CO_2 + 2ATP + 6NADH + 6H^+ + 2FADH_2 + 2CoA$$

وتمثل المراحل الثلاث السابقة المسار الكربوني لإنتاج الطاقة؛ لأنه يتم فيها تكوين ثاني أكسيد الكربون من المركبات العضوية التي تدخل في كل مرحلة، ولا تزيد نسبة الطاقة الناتجة على 10 % من إجمالي الطاقة الناتجة عن الأكسدة الكاملة لجزيء الجلوكوز،وبالتالي لا تدخل في المرحلة الرابعة أية مركبات عضوية وإنما تقتصر العملية على الناقلات الإلكترونية $(NADH\&FADH_2)$ الغنية بالطاقة وعلى الإلكترونات.

اختبر فهمك ٣

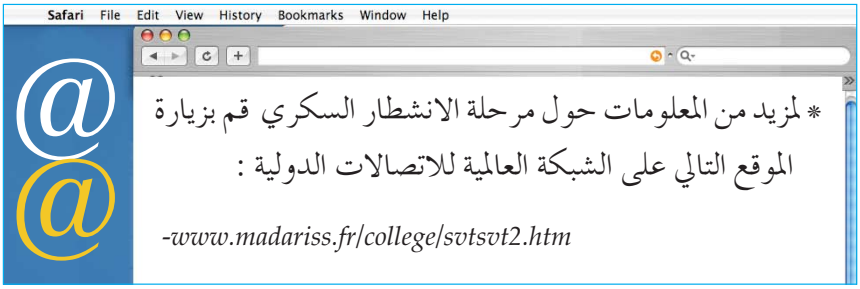
١– كيف تكيف تركيب الميتوكندريا مع الوظيفة التي تؤديها في الخلية الحية؟

٢– ما خطورة نقص فيتامين (ب) على عملية التنفس؟

٣– احسب عدد جزيئات ATP المتحررة من أكسدة جزيء سكري يتكون من 8 جزيئات سكر مالتوز في نهاية المسار الكربوني؟

٤– إذا كانت كمية الطاقة الصافية من أكسدة مادة غذائية في سيتوبلازم خلايا العضلات تساوي (40ATP)، فكم تكون كميتها بعد إتمام أكسدتها في الميتوكندريا في نهاية دورة كريبس ؟

٥– تحدث جميع خطوات كريبس في الحشوة باستثناء الخطوة الخامسة حيث تحدث في الغشاء الداخلي للميتوكندريا.فسِّر.

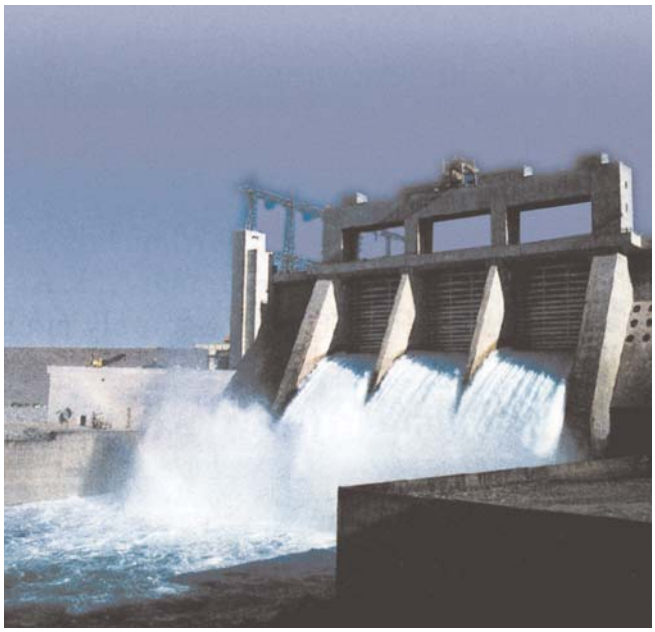


معلومات تهمك

- *FAD* – فلافين أميد ثنائي النيوكليوتيد وهو مركب مشتق من فيتامين (ب) يعمل كناقل إلكتروني.
- *GTP* – جوانوسين ثلاثي الفوسفات .
- *GDP* – جوانوسين ثنائي الفوسفات .

٤ - مرحلة سلسلة نقل الإلكترونات والأسموزية الكيميائية *Electron Transport Chain & Chemiosmosis*

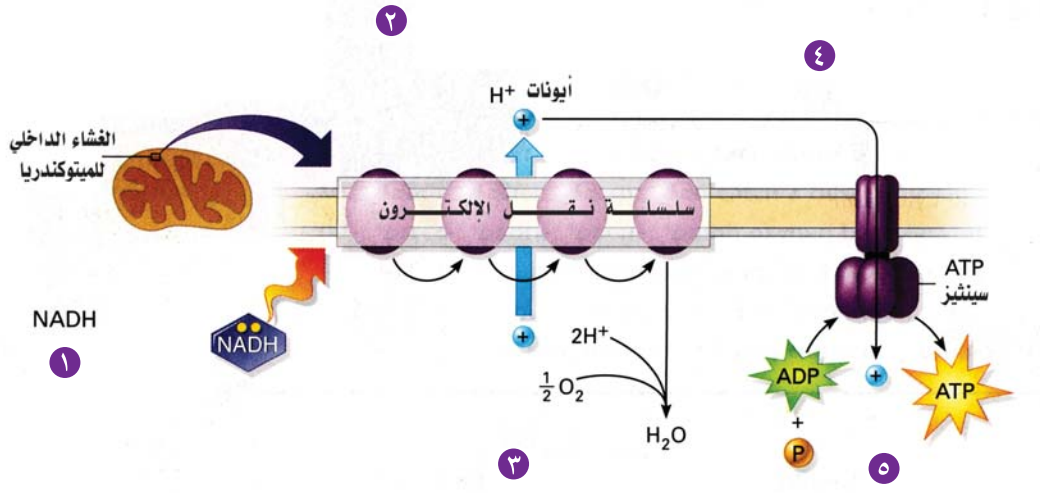
تشبه عملية توليد الطاقة بواسطة سلسلة نقل الإلكترونات والأسموزية الكيميائية عملية توليد الطاقة باستخدام ماء السدود أو الشلالات التي تعمل على تدوير توربينات لإنتاج الطاقة الكهربائية من خلال سقوط الماء من أعلى إلى أسفل. الشكل (٢-٦).



الشكل (٢-٦) : توليد الطاقة بقوة الماء

توجد على الغشاء الداخلي للميتوكندريا سلسلة من المركبات البروتينية – السيتوكروم *cytochrome* والأبيكينون *ubiquinone (Q)* –تعمل على استقبال الإلكترونات التي تنقلها النواقل الإلكترونية ($NADH\ \&\ FADH_2$)

والشكل(٢–٧) يوضح خطوات مرحلة سلسلة نقل الإلكترونات،والأسموزية الكيميائية:



الشكل (٢–٧): توليد الطاقة بواسطة سلسلة نقل الإلكترونات والأسموزية الكيميائية

١–تنقل النواقل الإلكترونية $(NADH\ \&\ FADH_2)$ الإلكترونات من المراحل السابقة إلى سلسلة نقل الإلكترونات.

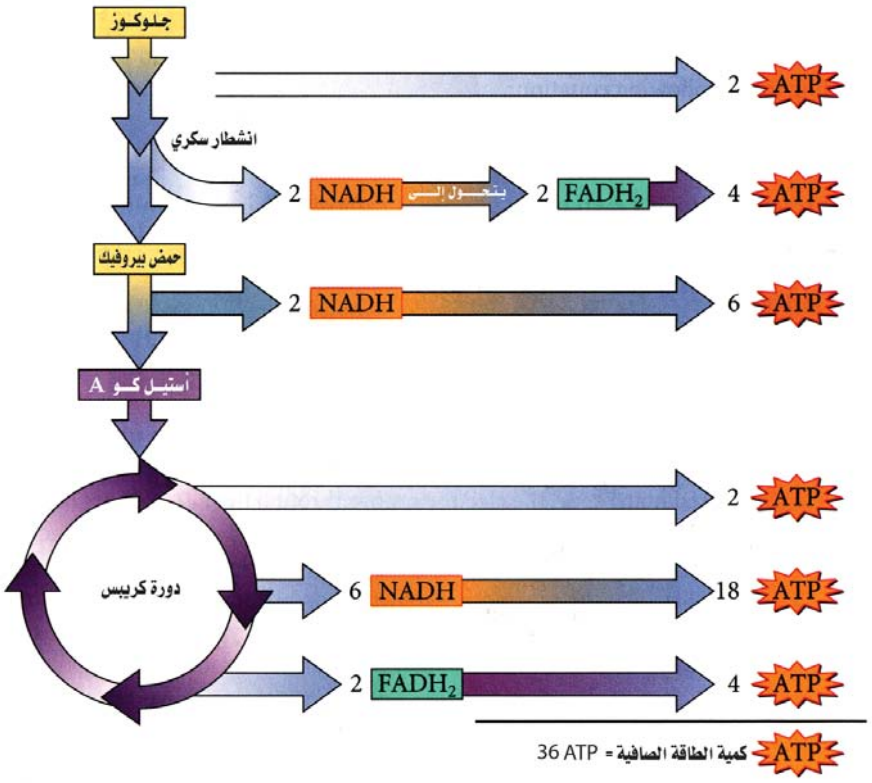
٢–تطلق سلسلة نقل الإلكترونات طاقة تعمل على ضخ أيونات الهيدروجين H^+ إلى خارج الغشاء الداخلي للميتوكندريا (بين غشائي الميتوكندريا) .

٣–يتحد الأكسجين بأيونات الهيدروجين والإلكترونات لتكوين الماء بمساعدة إنزيم سيتوكروم أكسيديز *cytochrome oxidase*.

٤–تعود أيونات الهيدروجين التي تم ضخها خارج غشاء الميتوكندريا الداخلي من خلال إنزيم بناء جزيئات الطاقة الذي يعرف بـ *ATP* سينثيز *(ATP synthase)* ، والذي يدور بسرعة هائلة ، حيث يتم خلال دورانه تحويل جزيئات *ADP* إلى *ATP* .تمثل سلسلة نقل الإلكترونات المسار الهيدروجيني في عملية أكسدة المواد الغذائية حيث تنتج حوالي *90%* من الطاقة ؛ من خلال إنتاج 32 جزيء *ATP* ، وأن كل جزيء *NADH* يعطي 3 *ATP* وكل جزيء $FADH_2$ يعطي 2 *ATP* .

ويتضح من الشكل (٢–٧) أن الأسموزية الكيميائية *chemiosmosis* يقصد بها عملية بناء *ATP* باستخدام الطاقة المختزنة نتيجة للفرق في تركيز أيونات الهيدروجين H^+ بين جانبي الغشاء الداخلي للميتوكندريا، واستخدام إنزيم *ATP* سينثيز *(ATP synthase)* لتحويل *ADP* إلى *ATP* .

ويوضح الشكل (٢–٨) ملخصًا نظريًّا للطاقة الصافية الناتجة من مراحل التنفس المختلفة.



الشكل (٢– ٨): كمية الطاقة الصافية الناتجة من مراحل التنفس الهوائي

معلومات تهمك

– يعمل غاز السيانيد على تثبيط سلسلة نقل الالكترونات عن طريق تثبيط إنزيم سيتوكروم أكسيديز ، وبالتالي منع الأكسجين من استقبال الإلكترونات،وهو ما يؤدي إلى عدم إنتاج الطاقة التي تحتاجها الخلية في عملياتها الحيوية المختلفة،وينتج عن ذلك الإغماء ثم الوفاة .

– ومن حكمة الله سبحانه وتعالى أن بعض أنواع البكتيريا اللاهوائية تعتمد على السيانيد بدلاً من الأكسجين في تنفسها والحصول على الطاقة !

وفي الحقيقة فإن كمية الطاقة الحقيقية الناتجة عن أكسدة المواد الغذائية أقل من كمية الطاقة النظرية الموضحة في الشكل (٢– ٨) ، وذلك للسببين الآتيين:

١–لا يمرر الغشاء الداخلي للميتوكندريا جميع أيونات الهيدروجين H^+ ؛حيث إن بعضها يفقد في طبقتي الدهن المفسفرتين للغشاء،الأمر الذي يقلل من عددها وبالتالي يقل عدد جزيئات *ATP* الناتجة.

٢–بعض بروتونات ذرات الهيدروجين تستخدمها الخلية في أنشطة تتطلب طاقة.

وبالتالي وجد العلماء أن كمية الطاقة الحقيقية التي يعطيها جزيء *NADH* هي *2.5 ATP* والطاقة التي يعطيها جزيء $FADH_2$ هي *1.5 ATP* .

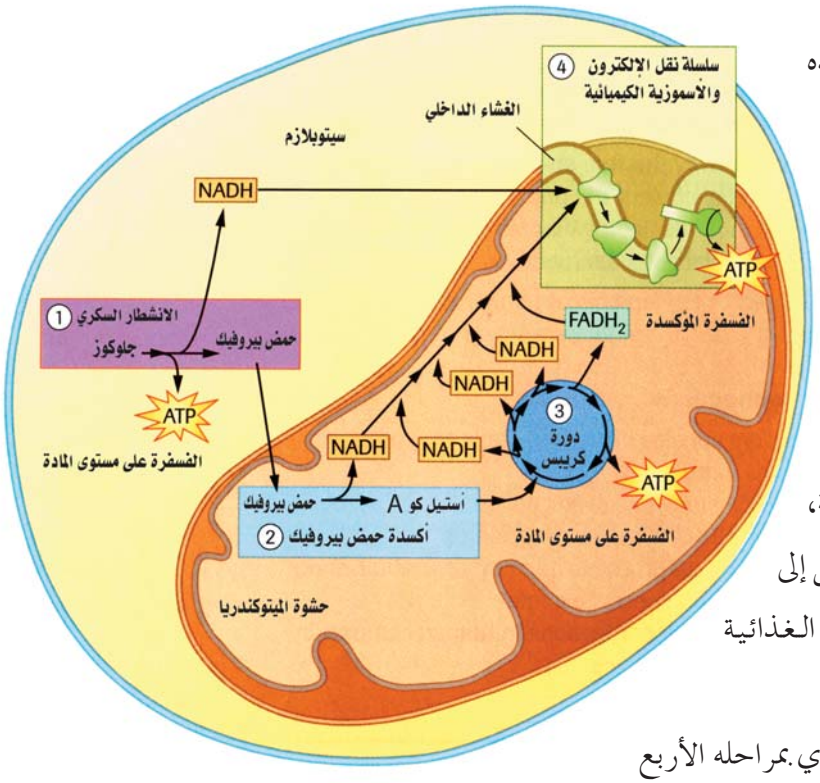
اختبر فهمك ٤

١–لماذا لا يحدث تفاعل احتراق شديد عند اندماج الأكسجين والهيدروجين في سلسلة نقل الإلكترونات كما هو الحال في أنبوبة الاختبار.

٢–حدوث طفرة في جين بروتين السيتوكروم يسبب خطورة شديدة على حياة الإنسان.فسِّر.

٣–احسب عدد جزيئات الطاقة الحقيقية الناتجة عن أكسدة خمسة جزيئات جلوكوز أكسدة تامة.

ويوضح الشكل (٢–٩) ملخصًا لجميع مراحل التنفس الهوائي في الخلية الحية.



الشكل (٢–٩) : مراحل التنفس الخلوي

ففي كل مرحلة من هذه المراحل يحدث العديد من التفاعلات الكيميائية التي تحفزها إنزيمات متخصصة، حيث تحفز هذه التفاعلات في خطوات محددة من كل مرحلة، وتهدف جميع المراحل إلى تحرير الطاقة من المواد الغذائية على شكل *ATP*.

يحدث التنفس الخلوي بمراحله الأربع في الكائنات الحية التي تتنفس تنفسًا هوائيًّا *aerobic respiration*، أما الكائنات الحية التي تتنفس تنفسًا لا هوائيًّا *anaerobic respiration* مثل بعض أنواع البكتيريا والفطريات فإن عملية التنفس الخلوي فيها تقتصر على مرحلة واحدة هي الانشطار السكري فقط.وهذا النمط من التنفس يحدث أحيانًا في العضلات الهيكلية عند تعرضها لمجهود شاق يؤدي إلى الإعياء *fatigue* .

قم بتنفيذ الدرس العملي الثاني

٢-٣ دور جزيئات الطاقة ATP في أيض الخلية Role of ATP in Cell Metabolism

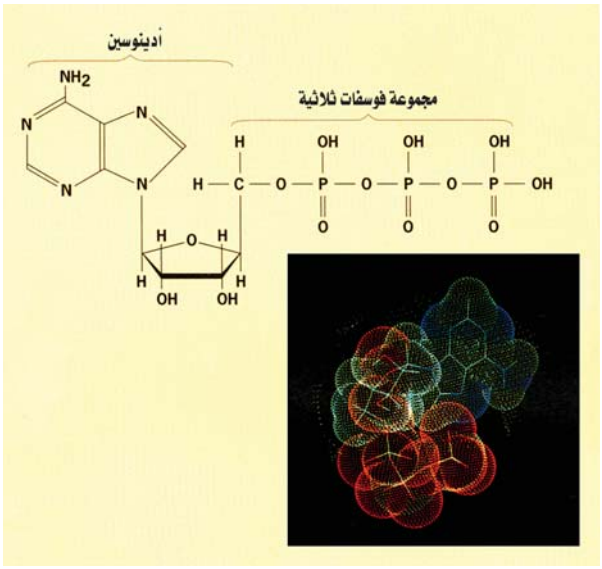
تعمل النيوكليوتيدات كجزيئات لحفظ الطاقة في الخلية؛وهي مركبات عضوية مهمة تشكل الوحدات البنائية للأحماض النووية،ومن أهمها مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات *ATP* .

تركيب جزيء *ATP*

يوضح الشكل (٢-١٠) تركيب جزيء *ATP* ؛إذ يتكون من اتحاد جزيء *ADP* بمجموعة فوسفات غير عضوية *Pi*.

يتألف جزيء *ATP* من قاعدة نيتروجينية هي الأدنين وسكر رايبوز وثلاث مجموعات فوسفات.

تحتوي الروابط بين مجموعات الفوسفات على طاقة كيميائية مختزنة بكميات كبيرة ، ويمكن لهذه الطاقة أن تنطلق عند تحطيم إحدى روابط الفوسفات وتتحرر طاقة مقدارها *7.3 kcalorie/mole* ،وينتج مركب أدينوسين ثنائي الفوسفات *ADP* .



الشكل (٢- ١٠) : الصيغة البنائية لجزيء *ATP*

$$ATP \rightleftharpoons ADP + Pi + energy$$

عند تحطيم الرابطة بين مجموعة الفوسفات الثانية والأولى ينتج مركب أدينوسين أحادي الفوسفات *AMP*.

$$ADP \rightleftharpoons AMP + Pi + energy$$

وهذان التفاعلان منعكسان ؛ أي يتم بناء *ATP* من اتحاد *ADP* بمجموعة فوسفات *Pi* ، وكذلك الحال بالنسبة إلى مركب *ADP*، حيث يتم بناؤه من اتحاد *AMP* بـ *Pi* .

وتحصل الكائنات الحية على الطاقة من عمليات الهدم التي تتضمن أكسدة المواد العضوية في عملية التنفس الخلوي،ويتم بناء *ATP* من الطاقة الناتجة من أكسدة المواد العضوية وبخاصة الجلوكوز (فسفرة *ADP*).

يعتبر جزيء الطاقة *ATP* المصدر المباشر لطاقة الخلية في جميع الكائنات الحية ، حيث يستخدم في عمليات:

١- النقل النشط كما في الخلايا العصبية ، والخلايا العضلية ، وفي خلايا الكُلى .

٢- انقسام الخلية ؛ إذ تستخدم الخلايا الطاقة في تكوين الخيوط المغزلية،وفي تضاعف المادة الوراثية،وفي الانقسام السيتوبلازمي ، وفي الطور النهائي من مرحلة الانقسام بمختلف أنواعه .

٣- حركة الخلية: تستخدم الطاقة في حركة الأهداب المبطنة لمجرى التنفس،حركة الحيوانات المنوية،انقباض الخلايا العضلية.

الاستكشاف ٢

الرياضة ترفع من كفاءة التنفس الخلوي

سؤال علمي: كيف تؤثر التمارين الرياضية على التنفس الخلوي ؟

المواد والأدوات:
- أنبوبة اختبار (عدد 2).
- قلم تخطيط.
- مخبار مدرج.
- محلول بروم ثايمول أزرق.
- ماصة (عدد 2).
- ساعة إيقاف ويمكن الاستعاضة عنها بساعة اليد.
- ماء.

الإجراءات:
١–رقِّم أنبوبتي الاختبار،وضع في كل منهما 10 mL ماء ، و5 قطرات من محلول بروم ثايمول الأزرق.

٢–يقوم زميلك في المجموعة بضبط الوقت،وعندما تسمع منه كلمة "ابدأ" أنفخ نفخًا خفيفًا باستخدام الماصة داخل الأنبوبة الأولى.احترس أن تأخذ شهيقًا أثناء ذلك.

٣–عندما يتغير لون محلول بروم ثايمول الأزرق سيخبرك زميلك بالتوقف، ويدوِّن مدة الوقت التي لزمت لتغيير لون المحلول.

٤– قم بتمرين رياضي بسيط من خلال القفز في غرفة الصف لمدة 5 دقائق.ثم قم بإعادة الخطوتين (٢، ٣) مستخدمًا الأنبوبة الثانية.

٥–تبادل الأدوار مع زميلك،وأعد الخطوات من (١– ٤).

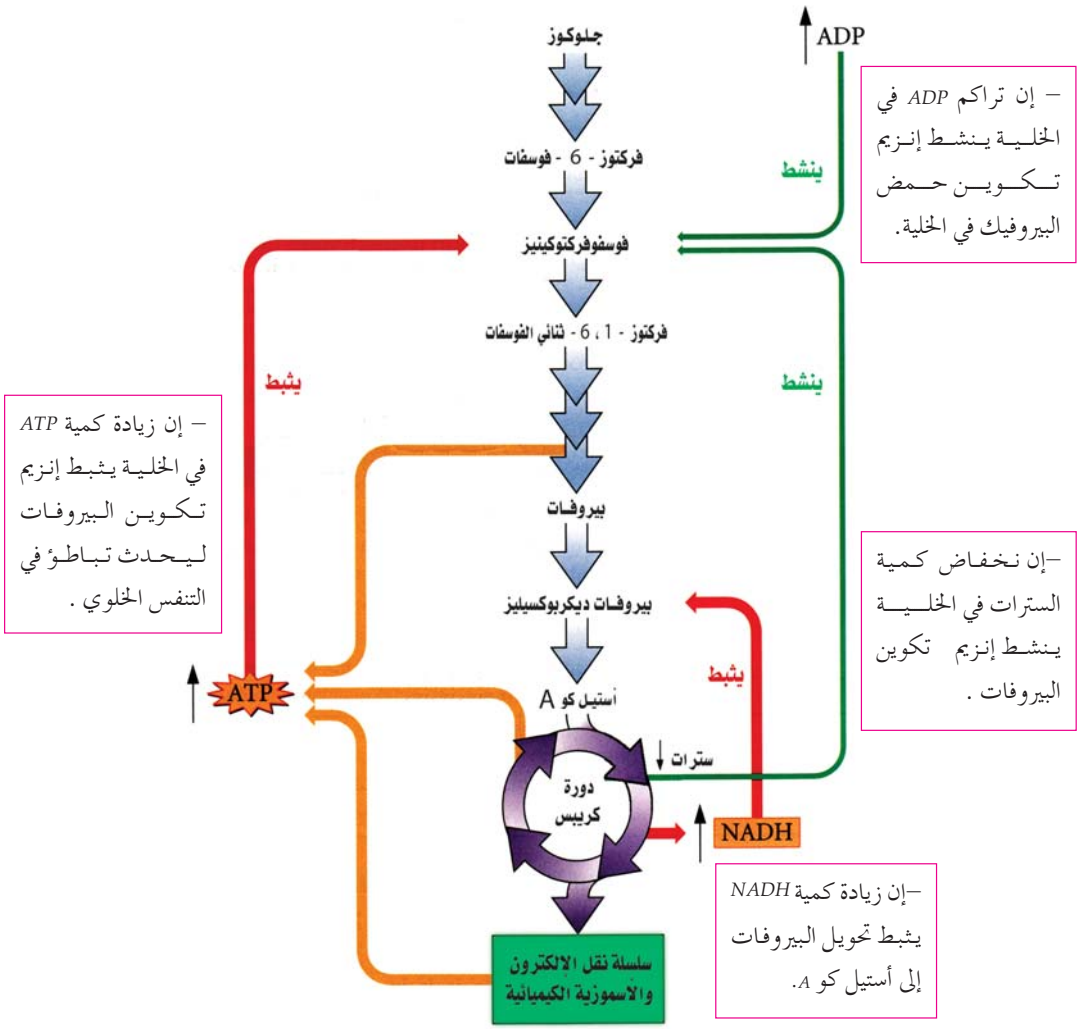
التحليل والتفسير:
١–ما تأثير التمرين الرياضي على زمن تغير لون المحلول ؟

٢–ما تأثير التمرين الرياضي على عملية التنفس الخلوي؟

٣–ما العلاقة بين سرعة تنفس اللاعب الرياضي وكمية الطاقة التي تحصل عليها عضلاته في أثناء الجري ؟

٢–٤ ضبط التنفس الهوائي *Controlling Aerobic Respiration*

تحتاج عملية التنفس الخلوي كغيرها من العمليات الحيوية التي تتم في الجسم إلى آليات محددة يتم من خلالها ضبط كميات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ، وذلك لضمان استمرارية حياة الكائن الحي على أكمل وجه؛ حيث إن جسم الإنسان لا يحتاج إلى إنتاج الطاقة بنفس المعدل وباستمرار في جميع الأوقات والأوضاع ، فكما أن نقص الطاقة المتوافرة يعوق سير أنشطة الجسم فإن زيادتها عن الحاجة تُسبب ضررًا في بعض العمليات الحيوية كذلك. الشكل (٢–١١) .



الشكل (٢-١١): آليات ضبط التنفس الخلوي الهوائي

٢-٥ أيض المواد الغذائية *Metabolism of Nutrients*

لقد درست في الصفين العاشر والحادي عشر أن المركبات الكربوهيدراتية مصادر مباشرة للطاقة لجميع الكائنات الحية وهي سهلة الهضم ،وتحتاج إلى كمية قليلة من الطاقة لتحطيمها وتحرير الطاقة.

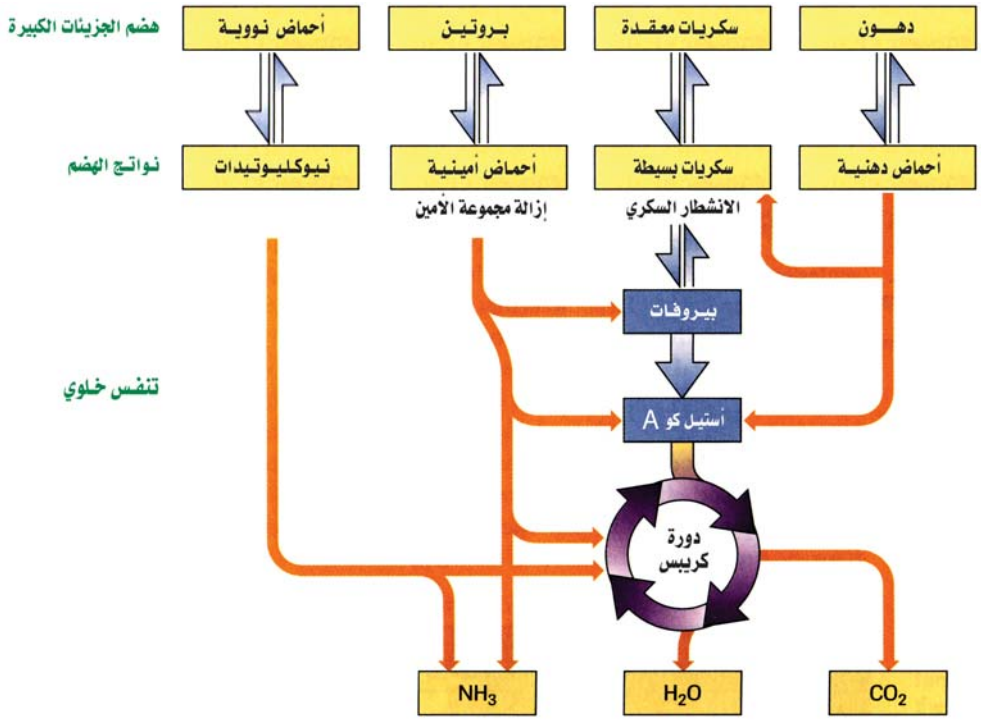
وعندما لا تتوافر المصادر الكربوهيدراتية للإنسان مثلاً، وبعد أن يستهلك جسمه ما يختزنه من جلوكوز في الدم ومن جلايكوجين مخزن في الكبد والعضلات،فلا بد من تحويل المواد العضوية الأخرى إلى مصادر للطاقة؛ فقد وجد العلماء أن الجسم يستهلك بعد الكربوهيدرات الدهون ثم البروتينات وبعد ذلك النيوكليوتيدات، وعملية تحطيم المواد الغذائية عبارة عن تفاعلات هدم *catabolism reactions* وهي تفاعلات طاردة للطاقة *exergonic reactions* .وقد وجد أن كل *1.0 g* من الكربوهيدرات يعطي *4.0 kcal* ، وهي نفس الكمية التي يعطيها *1.0 g* من البروتين، بينما كل *1.0 g* من الدهون يعطي حوالي *9.0 kcal* .

وفي نفس الوقت الذي يتم فيه تحطيم المواد الغذائية فإن الجسم يقوم ببناء خلاياه وأنسجته وبروتيناته الوظيفية كالإنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة والنواقل العصبية وغيرها؛ إذ يستخدم نواتج عمليات الهدم في عمليات البناء من خلال تفاعلات البناء الأيضي *anabolism reactions* ، وهذه التفاعلات تحتاج إلى طاقة *endergonic reactions* (أي أنها تفاعلات ماصة للحرارة) .

* يستخدم أخصائي التغذية مصطلح الكالوري– الذي يكتب بحرف كبير باللغة الانجليزية كما هو ظاهر في المستطيل المقابل – للدلالة على السعرات الحرارية في المادة الغذائية ، ويلاحظ مكتوبًا على العبوات الغذائية بشكلين: إما *kcal* وإمَّا *Cal* .

* 1000 cal = 1 kcal = 1 Cal

ويوضح الشكل (٢– ١٢) تفاعلات البناء والهدم للمواد الغذائية.



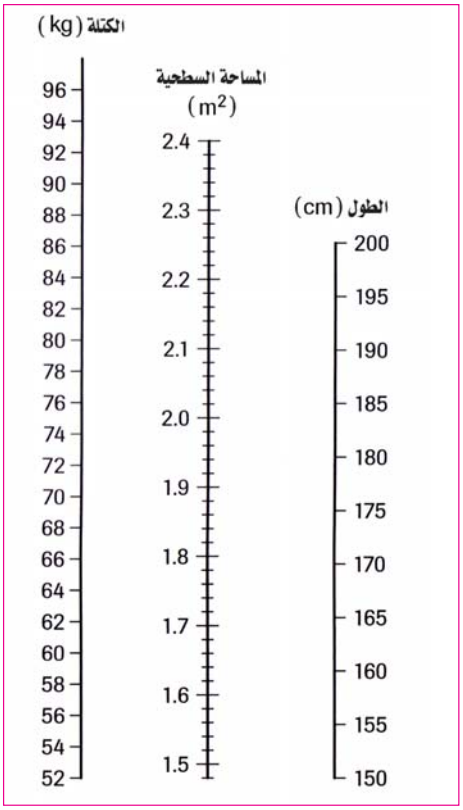
الشكل (٢-١٢) : أيض المواد الغذائية

معدل الأيض *Metabolic Rate*

يطلق على الطاقة التي يستهلكها الكائن الحي في زمن محدد مصطلح معدل الأيض *metabolic rate* وهذه القيمة تعبر عن كل الطاقة التي تنتج عن عملية التنفس الخلوي ، يزداد هذا المعدل بازدياد أنشطة الجسم المختلفة ؛ إلا أن الجسم بحاجة إلى حدٍّ معينٍ من الطاقة يضمن لخلاياه الحياة والاستمرار ، ويطلق على هذا الحد معدل الأيض الأساسي *Basal Metabolic Rate (BMR)* .

يبلغ معدل الأيض الأساسي للإنسان الذكر البالغ حوالى $167\ KJ/m^2/h$ وللأنثى البالغة حوالى $150\ KJ/m^2/h$.

وقد توصل العلماء إلى علاقة بيانية بين كتلة الجسم بوحدة (kg) وطوله بوحدة (cm) ومساحة الجسم السطحية بوحدة(m^2)، وأطلق على الشكل الذي يمثلها مصطلح نوموغرام *nomogram*. الشكل (٢-١٣) .



الشكل (٢-١٣) : نوموغرام

معدل الأيض الأساسي

سؤال علمي : كيف يمكن تحديد معدل الأيض الأساسي؟

المواد والأدوات : – مسطرة مترية بطول $2\ m$ – مخطط نوموغرام .
– ميزان حمام (أرضي).

الإجراءات : **ملاحظة- يقوم المعلم بتقسيم طلاب الصف إلى مجموعات متساوية العدد**

١– أنقل الجدول الآتي إلى دفترك .

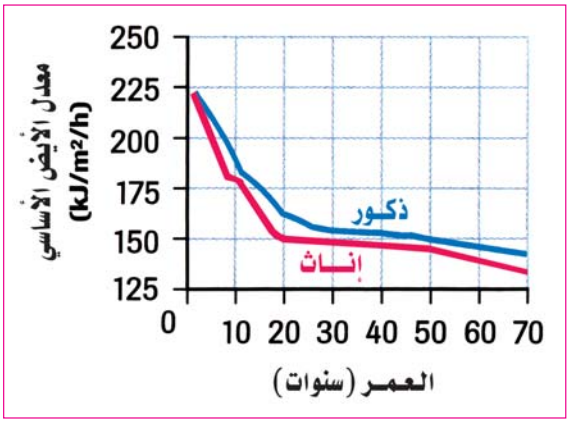
الطول (cm)	الكتلة (Kg)	مساحة الجسم السطحية (m^2)	معدل الأيض الأساسي $KJ/m^2/h$

٢– قس طولك باستخدام المسطرة المترية ثم دوِّنه في الجدول.
٣– زن جسمك باستخدام الميزان الأرضي ثم دوِّنه في الجدول.
٤– صل بخط ما بين طولك وكتلة جسمك على مخطط النوموغرام . (النقطة التي يقطع فيها الخط مقياس المساحة السطحية للجسم تعبر عن مساحة سطح جسمك) .
٥– احسب معدل الأيض الأساسي .
٦– تقوم كل مجموعة بتصميم جدول يحتوي على أسماء أعضاء المجموعة ومعدل الأيض الأساسي لكل منهم.

التحليل والتفسير:

١– أرسم العلاقة البيانية بين المساحة السطحية للجسم وبين معدل الأيض الأساسي.
٢– ما نوع العلاقة البيانية بين المساحة السطحية للجسم ومعدل الأيض الأساسي؟
٣– احسب المتوسط الحسابي لمعدل الأيض الأساسي لأفراد مجموعتك.
٤– احسب المتوسط الحسابي لمعدل الأيض الأساسي لجميع طلاب الصف .
٥– احسب جميع القيم السابقة بوحدة الكالوري إذا علمت أن كل سعر حراري واحد = *4.2 joule*
٦– ما معدل الأيض الأساسي لشخص طوله *180 cm* وكتلته *90 Kg* ؟

يتناقص معدل الأيض الأساسي تدريجيًا بتقدم العمر للذكور والإناث،ولذلك يبدأ كثيرٌ من الأنشطة الخلوية كانقسام الخلايا وتجدد الأنسجة ونمو الخلايا بالتراجع،وكذلك الحال بالنسبة إلى الأنشطة الجسمية، لذلك نجد أن فترة الطفولة تتميز بمعدل أيض أساسي عالٍ جدًّا عند مقارنتها بالمراحل العمرية الأخرى. فسِّر ذلك؟ويوضح الشكل (٢–١٤) العلاقة بين معدل الأيض الأساسي والعمر والجنس.



الشكل (٢- ١٤) : العلاقة بين معدل الأيض الأساسي والعمر والجنس

معلومات تهمك

ويوضح الجدول المقابل بعض الأنشطة التي يمارسها الإنسان في حياته اليومية ومتطلبات الطاقة.

النشاط	الطاقة المستهلكة (كيلوجول / دقيقة)
النوم	4.5
المشي البطيء	12.6
المشي السريع	21.0
صعود الدرج	37.8
تنظيف السجاد	15.5
لعب كرة القدم	36.5

٦-٢ التنفس اللاهوائي *Anaerobic Respration*

لقد تعلمت أن مرحلة الانشطار السكري مشتركة بين التنفس الهوائي والتنفس اللاهوائي،حيث تتم أكسدة الجلوكوز في السيتوسول، ويتم إنتاج *ATP* 2 كطاقة صافية بدون وجود الأكسجين،ويرافق ذلك اختزال NAD^+ إلى *NADH* ، إلا أن كمية NAD^+ في الخلية محدودة،وبالتالي لا بد من وجود آلية تعمل على إعادة أكسدة *NADH* إلى NAD^+ ، وهذا ما تقوم به سلسلة نقل الإلكترون في حالة التنفس الهوائي ، إلا أن الأمر مختلف في حالة التنفس اللاهوائي ، حيث إن هناك طرقًا أخرى تستطيع الكائنات الحية بواسطتها إعادة أكسدة *NADH* وبالتالي استمرار الانشطار السكري بدون الأكسجين، ومن هذه الطرق :

التخمر *Fermentation*

للتخمر نوعان :

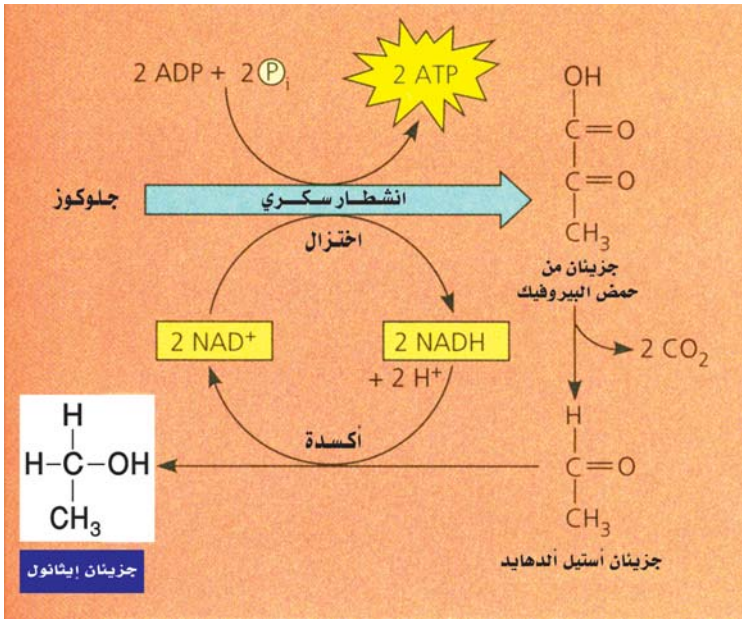
١- التخمر الكحولي *Alcohol Fermentation* .

٢- التخمر اللبني *Lactic Fermentation* .

١ - التخمر الكحولي *Alcohol Fermentation*

في التخمر الكحولي يتم تكوين جزيئين من حمض البيروفيك ثلاثي الكربون عن طريق الانشطار السكري ويصاحب هذه العملية استهلاك *2 ATP* و إنتاج *4 ATP* كطاقة كلية ، وإطلاق طاقة صافية مقدارها *2ATP*،واختزال $2NAD^+$ إلى *2NADH* ، وتحرير جزيئين من CO_2 .

يقوم *NADH* بتمرير ذرات الهيدروجين التي يحملها إلى جزيئين من مركب استيل الدهيد الذي يتحول إلى جزيئين من كحول الإيثانول *ethanol* . الشكل (٢–١٥).



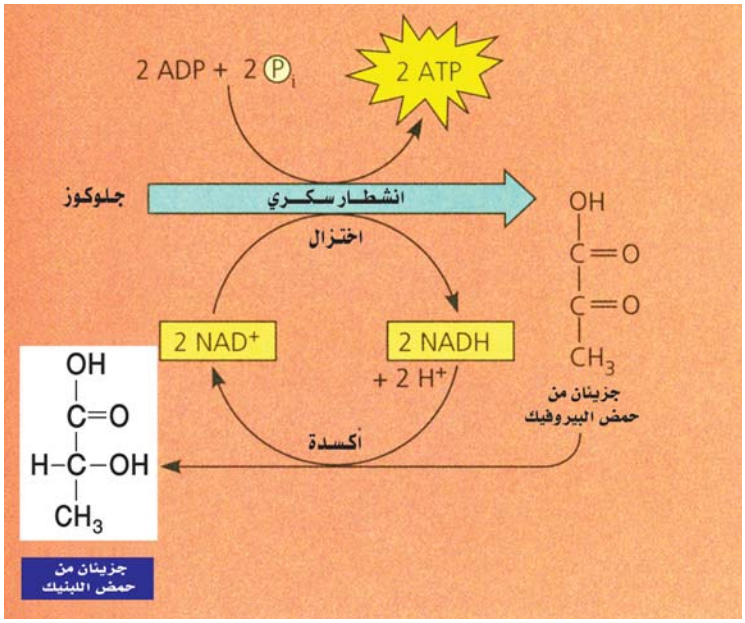
الشكل (٢- ١٥) : التخمر الكحولي

٢ - التخمر اللبني *Lactic Fermentation*

في الظروف الطبيعية تقوم خلايا العضلات الهيكلية بالتنفس الخلوي بوجود الأكسجين للحصول على الطاقة الكافية واللازمة لحركة هذه العضلات،وبالتالي حركة الجسم ككل،وعند ممارسة التمارين،والألعاب الرياضية الشاقة ، فإن ذلك يتطلب من العضلة سرعة انقباض وانبساط بدرجة كبيرة وهو ما يستدعي الحاجة إلى الأكسجين اللازم لأكسدة حمض البيروفيك في الميتوكندريا، وتحرير أكبر قدر من الطاقة،وذلك لأن الطاقة المتحررة من الانشطار السكري في خلايا العضلات لا تكفي لتلبية حاجة العضلة.

وعندما لا تصل كمية كافية من الأكسجين إلى العضلات، عن طريق الدورة الدموية، فإن العضلة تلجأ إلى التخمر اللبني، أي أكسدة الجلوكوز في السيتوسول الخلوي فقط دون إتمام مراحل التنفس الخلوي الأخرى، لأنه لا يوجد مستقبل إلكتروني نهائي (الأكسجين) . ونتيجة لهذه الأكسدة ينتج حمض اللبنيك (اللاكتيك) كفضلات خلوية تتراكم في العضلة، الأمر الذي يعرضها للإصابة بالإعياء *fatigue*، والإجهاد *soreness* ، والتشنج العضلي *stiffness* ، وهو ما يستوجب أخذ قسط من الراحة يتم خلاله مد العضلة بالأكسجين عن طريق الدورة الدموية ،وبالتالي يتم التخلص من حمض اللبنيك المتراكم بعد نقله إلى الكبد الذي يحوله من جديد إلى حمض بيروفيك ، وعند الراحة تتم أكسدته بوجود الأكسجين بشكل كامل.

يقوم مركب $NADH$ في الخلية العضلية بتمرير ذرات الهيدروجين إلى حمض البيروفيك في السيتوبلازم الخلوي ويتحول إلى NAD^+ وهو ما يسمح للانشطار السكري بالاستمرار، بعد ذلك يتحول حمض البيروفيك إلى حمض لبنيك، ويتم إنتاج $2\ ATP$ ، ولا يصاحب هذه العملية إطلاق غاز CO_2 . الشكل (٢-١٦) .



الشكل (٢- ١٦) : التخمر اللبني

معلومات تهمك

- تنتفخ أغطية اللبن عند نفاد صلاحيته ، وذلك لأن هناك أنواعًا بكتيرية أخرى عدا بكتيريا اللبن تنتج غاز CO_2 الذي يدفع الغطاء إلى الأعلى.

* لمزيد من المعلومات حول مرحلة التخمر. قم بزيارة الموقع التالي على الشبكة العالمية للاتصالات الدولية :

-ar.wikipedia.org/wiki

٢-٧ كيف استفاد الإنسان من فكرة التخمر ؟

استفاد الإنسان من فكرة التخمر في عدة مجالات منها :

١ - صناعة الخبز:

يتم مزج الخميرة مع الطحين الذي يحتوي على النشا، وبوجود الماء تتغذى خلايا الخميرة على بعض الجلوكوز الذي يكوِّن النشا وينتج ثاني أكسيد الكربون الذي يكون على شكل فقاعات تنفخ العجين عند خبزه،والكحول الإيثيلي(الإيثانول) الذي يتطاير في أثناء الخبيز ويعطي رائحة مميزة.

٢ - التخليل:

هو وضع الفاكهة أو الخضراوات في محلول يحتوي على ملح الطعام الذي يسمح بنمو ونشاط بكتيريا حمض اللبنيك (اللاكتيك) الموجودة طبيعيًّا على الفواكه والخضراوات دون الأنواع البكتيرية الأخرى غير المرغوبة .و في أثناء التخلل يتحول جزء من سكريات الفاكهة أو الخضراوات إلى حمض لبنيك تقدر نسبته في النهايـة بحـوالي 0.8 - 1.5 % .وفي أثناء العملية يعتري المواد المخللة عدة تغيرات منها تغير اللون،والقوام،وامتصاص الملح،وقد تضاف الشَّبَّة (كبريتات الألمنيوم والبوتاسيوم المائية) في ماء النقع ليساعد في تماسك قوام المخللات،كما تُضاف مادة ملونة لتحسين لون المخللات .

٣ - إنتاج الغاز الحيوي:

ينتج الغاز الحيوي من تخمير الفضلات العضوية لإنتاج طاقة نظيفة، و تخليص البيئة من مشكلة النفايات،ويعتمد كثير من البلدان مثل الصين على هذا الوقود الحيوي في توليد الكهرباء، كما يستخدم الكحول الناتج من تخمر قصب السكر وقودًا في محركات السيارات، كما في البرازيل التي يزرع فيها قصب السكر بكثرة لإنتاج الكحول،ويعمل العلماء حاليًّا على الاستفادة من زيوت بذور بعض النباتات وثمارها مثل النخيل،وتباع الشمس،والفستق،والزيتون في إنتاج الوقود.ومن هنا يمكن إنتاج أشكال عديدة من الوقود الحيوي المتجدد، ومن ضمن ذلك الميثان وغاز الهيدروجين والكحول الإيثيلي التي لا تخل بالتوازن البيئي.

واستفاد الإنسان من فكرة التخمر اللبني في صناعة الألبان والأجبان،حيث إن الطعم الحامض للبن أو اللاذع للمخلل ، يأتي من وجود حمض اللبنيك.

٢-٨ بعض التأثيرات السلبية للعلوم والتقانة على عملية التنفس

بالرغم من الفوائد الجمة التي جناها الإنسان من عمليات التخمر الكحولي والتخمر اللبني إلا أن هناك كثيرًا من المواد التي استخدمها في الصناعات، أو تلك التي نتجت عن هذه الصناعات ذات تأثيرات سلبية على صحته وبيئته التي يعيش فيها.

ومن الآثار السلبية للتقدم العلمي والتقانة على عملية التنفس ما يلي :

١- تعرض الإنسان للإصابة بأمراض الحساسية كالربو مثلاً .

٢- ازدياد نسبة الإصابة بالسرطان بمختلف أنواعه؛كسرطان الدم،الرئتين، العظام،وغيرها نتيجة التعرض للملوثات البيئية الناتجة عن مخلفات المصانع، أو استخدام منتجاتها، كاستخدام المبيدات العشبية، والحشرية.

٣- ازدياد نسبة الإجهاض والتشوهات الجنينية نتيجة لاستخدام بعض الأدوية والعقاقير الطبية، كاستخدام بعض المضادات الحيوية،وكذلك استنشاق الأم لأبخرة المصانع،وعوادم السيارات، واستخدام بعض مواد التجميل دون دراية كافية بمخاطرها على صحة الجنين والأم الحامل.

٤- ساهمت عمليات تطوير صناعة الخمور، والبيرة ، والمهدئات، والعقاقير المهلوسة في زيادة احتمال تعرض الإنسان لكثير من الأمراض كتشمع الكبد الذي يصاحب شرب الكحول، والهذيان ، وضيق التنفس، وانخفاض كفاءة الرئتين، وبالتالي عملية التنفس ككل، والتي تصاحب تعاطي المخدرات ، والمهلوسات.

٥- ساهمت التقانة في زيادة نسبة الغازات المنبعثة إلى الغلاف الجوي وهو ما ساهم بدوره في ارتفاع درجة حرارة الجو، والذي بدوره أيضًا أثر بشكل مباشر على عمليتي التنفس الخارجي والداخلي؛ حيث إن هناك علاقة طردية بين ارتفاع درجة الحرارة وسرعة التنفس، خاصة لدى الأطفال وكبار السن.

أسئلة الفصل

◆ السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكل من المفردات الآتية :

١- المستقبل النهائي للإلكترونات في التخمر الكحولي :

أ) الأكسجين　　ب) ثاني أكسيد الكربون

ج) استيل الدهيد　　د) حمض البيروفيك

٢- عدد جزيئات *ATP* الناتجة من أكسدة جزيء جلوكوز في مرحلة الانشطار السكري في خلية الطحالب يُساوي :

أ) *1*　　ب) *2*

ج) *3*　　د) *4*

٣- الحد الأدنى من الطاقة للحفاظ على حياة الكائن الحي يعرف بـ:

أ) معدل الأيض　　ب) معدل الأيض الأساسي

ج) كمية الطاقة الصافية　　د) كمية الطاقة الكلية

٤- عدد جزيئات *ATP* اللازمة لأكسدة *50* جزيء جلوكوز أكسدة كاملة هو :

أ) *50*　　ب) *100*

ج) *1500*　　د) *1800*

٥- عدد دورات كريبس اللازمة لإتمام أكسدة *4* جزيئات مالتوز هو :

أ) *16*　　ب) *8*

ج) *4*　　د) *1*

٦- تحدث سلسلة نقل الإلكترونات في الغشاء الداخلي للميتوكندريا بسبب وجود :

أ) فرق في تركيز أيونات الهيدروجين　　ب) *NADH*

ج) الإنزيمات الضرورية لتفاعلاتها　　د) الأكسجين

٧- جميع المركبات التالية من نواتج دورة كريبس ما عدا :

أ) $NADH$ ب) حمض البيروفيك

ج) $FADH_2$ د) ATP

٨- يتم بناء الطاقة من خلال الإسموزية الكيميائية في حالة تدفق إحدى المواد التالية عبر الغشاء الداخلي للميتوكندريا :

أ) الهيدروجين ب) الأكسجين

ج) $NADH$ د) استيل كو A

◆ السؤال الثاني :

أ) فسِّر العبارات الآتية :

١- مرحلة سلسلة نقل الإلكترونات أكثر مراحل التنفس الخلوي كفاءة في إنتاج الطاقة.

٢- تعتبر الكربوهيدرات مصدرًا مباشرًا للطاقة وزيادة الوزن.

ب) تنبأ بما يحدث:

١- لخلية حية تعرض فيها الجين المشفر لإنزيم السيتوكروم أكسيديز لطفرة.

٢- عند تراكم كمية السترات في دورة كريبس.

٣- عند زيادة عدد الإلكترونات المتدفقة إلى داخل الغشاء الداخلي للميتوكندريا.

٤- لبروتينات جسم الإنسان عند تعرضه للمجاعة.

ج) قارن بين التخمر الكحولي والتخمر اللبني من حيث :

١- المستقبل النهائي للإلكترونات ٢- كمية الطاقة الناتجة

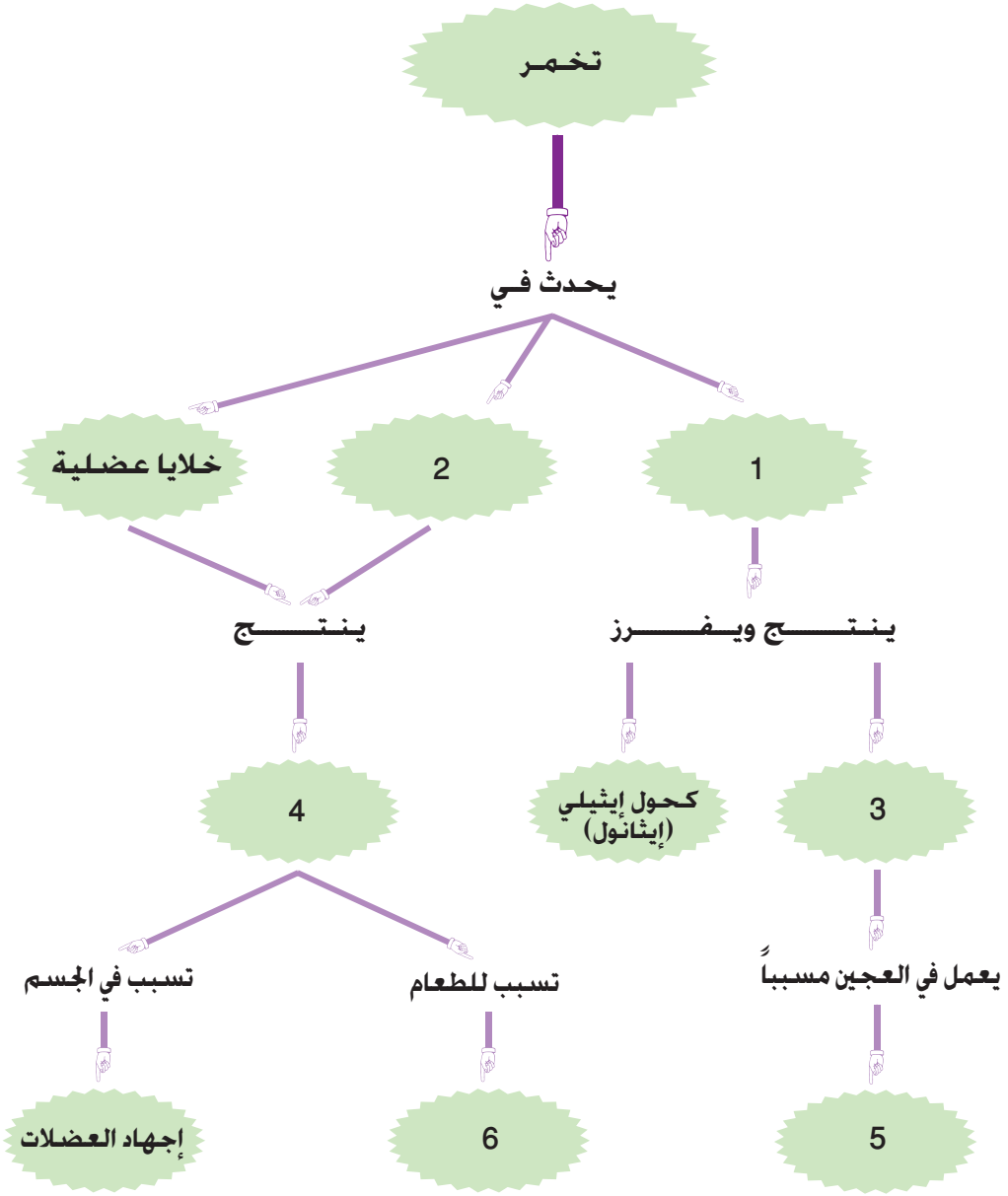
٣- مراحل التنفس الخلوي ٤- عدد جزيئات $NADH$

د) قارن بين احتراق الجلوكوز داخل الخلية واحتراق الوقود في محرك السيارة من حيث :

المواد المتفاعلة ، ظروف التفاعل، سرعة التفاعل، نواتج التفاعل.

◆ السؤال الثالث :

أ) أكمل خريطة المفاهيم الآتية :



ب) علل العبارات الآتية :

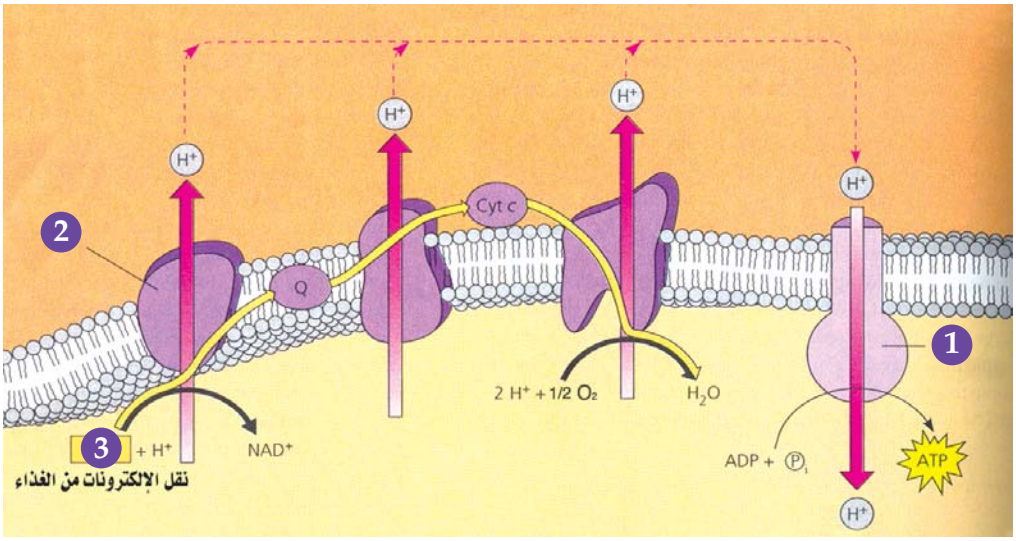
١- لإنتاج الطاقة في المسار الهيدروجيني لا بد من التكامل بين عمل سلسلة نقل الإلكترونات وعمل الإسموزية الكيميائية.

٢- توقف الخلية عن تكوين الناقل الإلكتروني *NADH* يؤدي إلى توقف التنفس الخلوي وبالتالي موت الخلية.

ج) وضِّح العلاقة بين الإسموزية الكيميائية ، وإنزيم *ATP* سينثيز (*ATP synthase*)

◆ السؤال الرابع:

أ) يوضح الشكل الآتي إحدى مراحل التنفس الخلوي. ادرسه جيدًا ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



١- ما اسم هذه المرحلة؟ وأين تحدث؟

٢- ما وظيفة الأكسجين في هذه المرحلة؟

٣- سمِّ الأجزاء المشار إليها بالأرقام : *1*، *2*، *3* .

٤- كيف يتم إنتاج الطاقة في هذه المرحلة؟

ب) وضح بالرسم العلاقة بين التنفس الداخلي والتنفس الخارجي.

ج) احسب كمية الطاقة الناتجة من أكسدة *10* جزيئات جلوكوز في السيتوسول.

د) "لقد ساهمت التقانة بشكلٍ واضح في توفير مصادر بديلة للبترول كمصادر للطاقة ، ووفرت المزيد من المنتوجات الغذائية عن طريق استغلال فكرة التنفس الخلوي ، إلا أن لها آثارًا سلبية كثيرة على صحة البشر".

★ في ضوء الفقرة السابقة أجب عن الأسئلة الآتية :

١– ما التطبيقات الحيوية التي استطاع الإنسان فيها توظيف فكرة التخمر اللبني ؟

٢– كيف ساهمت التقانة في رفع كفاءة الجهاز التنفسي؟

٣– ما الآثار السلبية للعلم والتقانة على عملية التنفس ؟

الوحدة الثانية

التنظيم العصبي والهرموني

Nervous and Endocrine Control

الفصل الثالث :

التنظيم العصبي *Nervous Control*

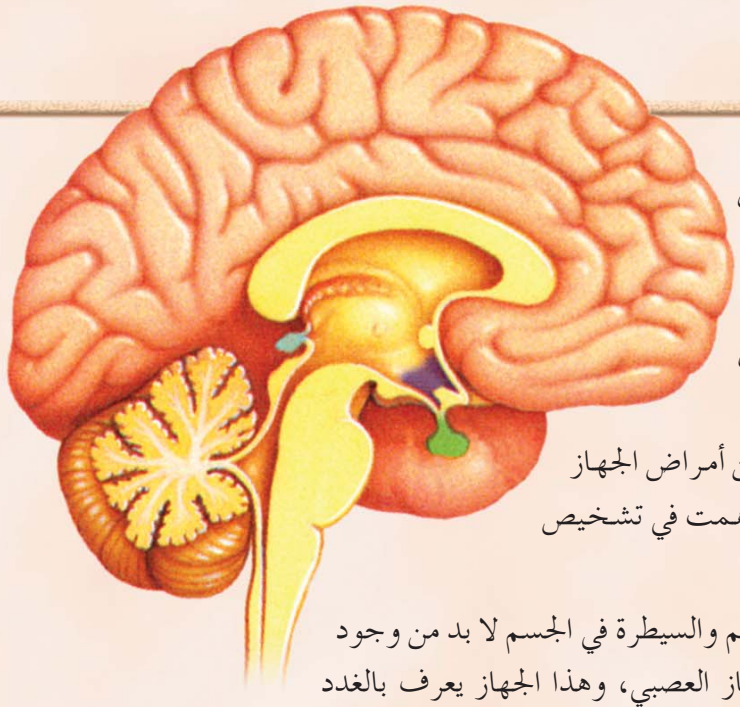
الفصل الرابع :

التنظيم الهرموني *Endocrine Control*

مقدمة

يتكون جسم الإنسان من مجموعة متكاملة من الأجهزة التي تؤدي وظائفها بتناسق وتآزر من أجل ضمان استمرارية حياته وتكاثره؛ ولكي يتم هذا التعاون وهذا التآزر لا بد من وجود قائد ومنظم وموجه لعمل هذه الأجهزة. هذا ما يقوم به جهازان للتنظيم والسيطرة في الجسم هما الجهاز العصبي *Nervous system* والجهاز الغُدِّي (الهرموني) *Endocrine system* ، من خلال تعاونهما معًا.

في الفصل الثالث ستدرس الجهاز العصبي بشيء من التفصيل، حيث ستتعرف شكل وتركيب وأنواع الخلايا العصبية، وستدرس الجهاز العصبي بنوعيه: المركزي، والطرفي وستتعرف مكونات كل نوع ووظائفه،كذلك ستستقصي كيف يؤدي الجهاز العصبي عمله، وكيف يتم نقل الإشارات الكهربائية العصبية (السيالات) بين الخلايا العصبية، وكيف يتم نقل المنبهات والمثيرات التي يتعرض لها الجسم من بيئته الخارجي أو التي تحدث في بيئته الداخلية، وكيف تتم الاستجابة لها.



تعتبر الحواس الخمس من أهم وسائل الاتصال بين الجسم والبيئة الخارجية، هذه الحواس ستدرسها بشيء من التفصيل في هذا الفصل.

كذلك ستتعلم الكثير عن أمراض الجهاز العصبي والتقانات التي ساهمت في تشخيص الكثير من هذه الأمراض.

ولكي تكتمل صورة التنظيم والسيطرة في الجسم لا بد من وجود جهاز آخر يقوم بمؤازرة الجهاز العصبي، وهذا الجهاز يعرف بالغدد الصماء أو الجهاز الهرموني، وهذا ما ستتعرَّفه في الفصل الرابع.

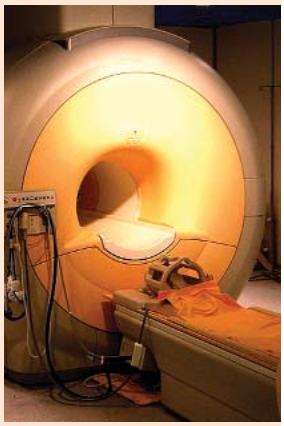
ستتعرف مفاهيم جديدة ربما لم تتعرَّفها من قبل مثل الغدة، الغدة الصماء،الهرمون، الهرمونات الببتيدية، الهرمونات الستيرويدية، التغذية الراجعة الإيجابية، التغذية الراجعة السلبية، وغيرها من المفاهيم .كما أنك ستستكشف آليات استقبال وعمل الهرمونات، وستستقصي بعض الأمراض الناتجة عن حدوث الاختلالات الهرمونية، وكيفية معالجتها، كما أنك ستتعرف التقنيات المستخدمة في المجال الهرموني.

في هذه الوحدة ستحاول الإجابة عن التساؤلات الآتية:

١ كيف يستجيب جسمك للمثيرات الخارجية والداخلية؟
٢ كيف تكيفت الخلية العصبية تركيبيًّا مع الوظيفة المنوطة بها؟
٣ ما الفرق بين السيال العصبي والتيار الكهربائي؟
٤ ما أهمية رد الفعل المنعكس في المحافظة على حياتك؟
٥ لماذا تُحرم الدول تعاطي المخدرات؟
٦ ما الفرق بين الإنزيم والهرمون؟
٧ بماذا يتميز النقل الهرموني عن النقل العصبي؟
٨ إن استئصال الغدة النخامية يؤدي إلى الموت المحتم . فسِّر ذلك.
٩ استنتج العلاقة الوظيفية بين تحت المهاد والغدة النخامية وبقية الغدد الصماء في الجسم؟
١٠ كيف ساهمت التقانة في التغلب على بعض مشكلات الجهاز الهرموني في الجسم؟

التنظيم العصبي

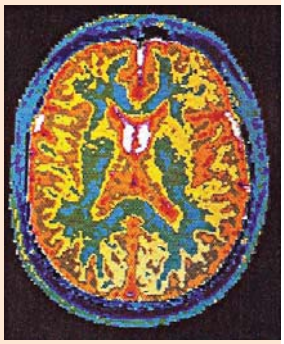
Nervous Control



مقدمة

درست في صفوف سابقة أجهزة الجسم في الإنسان،وعرفت أن الجهاز العصبي هو الجهاز المسؤول عن الوظائف التي يقوم بها الجسم، إذ يقوم دماغك في كل ثانية بتحليل العديد من الرسائل العصبية، فمثلا في أثناء قراءتك لهذه الفقرة يستقبل دماغك المعلومات من عينيك، ويقوم بتحليلها،ثم يرسل أمرًا لأعضاء الاستجابة، وقد تكون هذه الاستجابة بتوجيه يدك لكتابة بعض الملاحظات. كما يقوم دماغك أيضا بتنظيم نبضات قلبك وحرارة جسمك.

إن جهازك العصبي عبارة عن شبكة من الخلايا العصبية التي تعمل بالتعاون مع بعضها بعضًا من أجل السيطرة على أنشطة الجسم الذهنية والجسمية، كذلك يقوم الجهاز العصبي بالمحافظة على توازن البيئة الداخلية والخارجية على حد سواء، وتساعده في ذلك أعضاء الحس التي تعمل على التمييز بين الأنواع المختلفة من المؤثرات الخارجية.



الموضوعات الرئيسة

٣-١ : تركيب الخلية العصبية

٣-٢ : أنواع الخلايا العصبية

٣-٣ : السيال العصبي

٣-٤ : التشابك العصبي

٣-٥ : أقسام الجهاز العصبي

٣-٦ : أعضاء الحس

٣-٧ : العقاقير والجهاز العصبي

٣-٨ : أمراض الجهاز العصبي

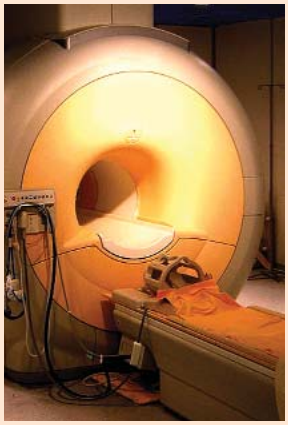
٣-٩ : التقانات الحديثة والجهاز العصبي

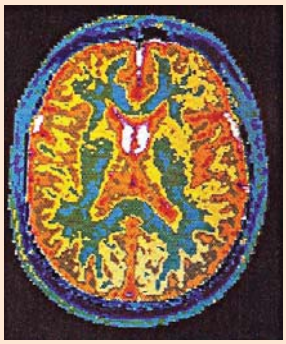
عناوين الاستكشافات

الاستكشاف (١) : الإشارة العصبية

الاستكشاف (٢) : سرعة الاستجابة

الاستكشاف (٣) : البقعة العمياء

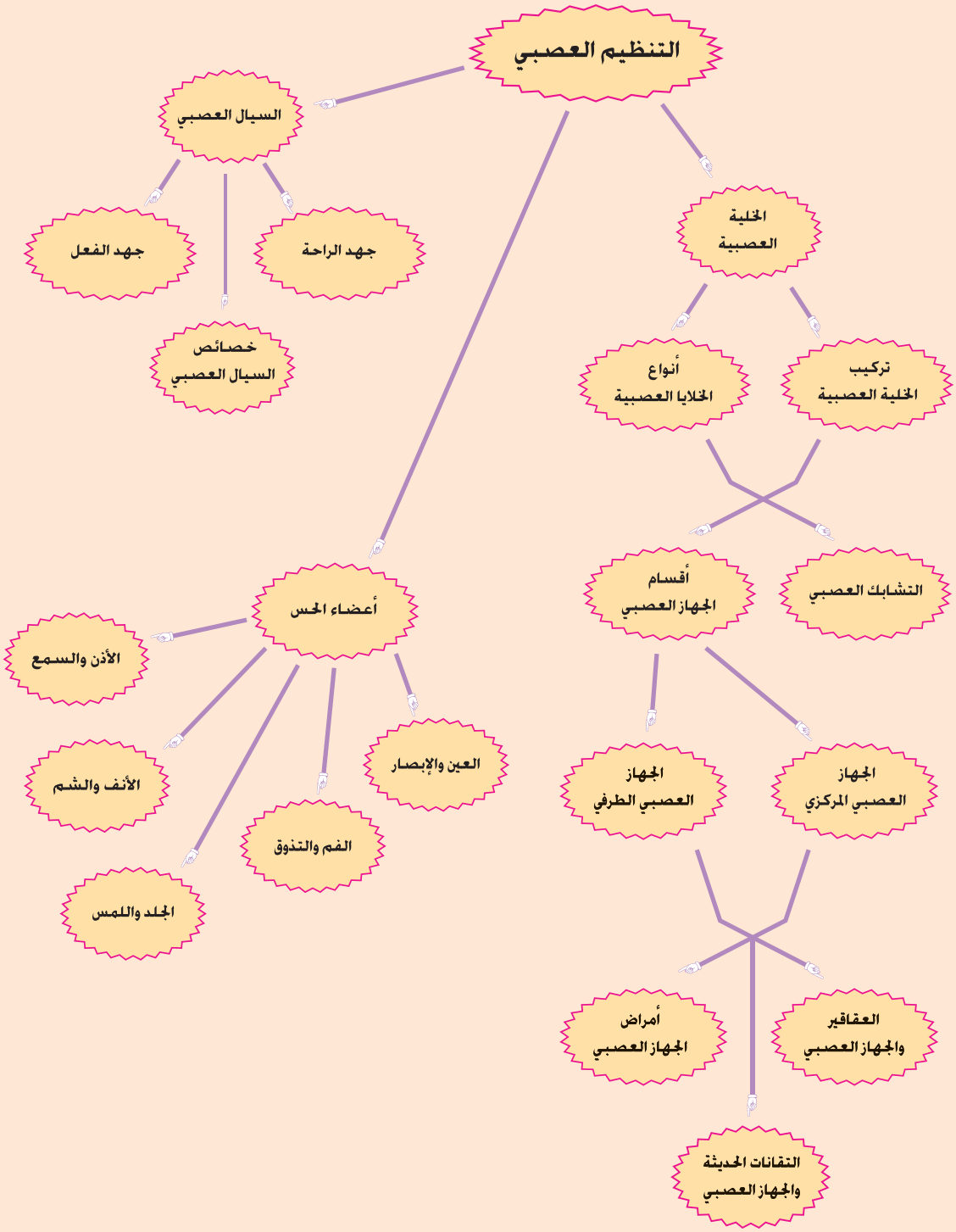




مصطلحات علمية جديدة

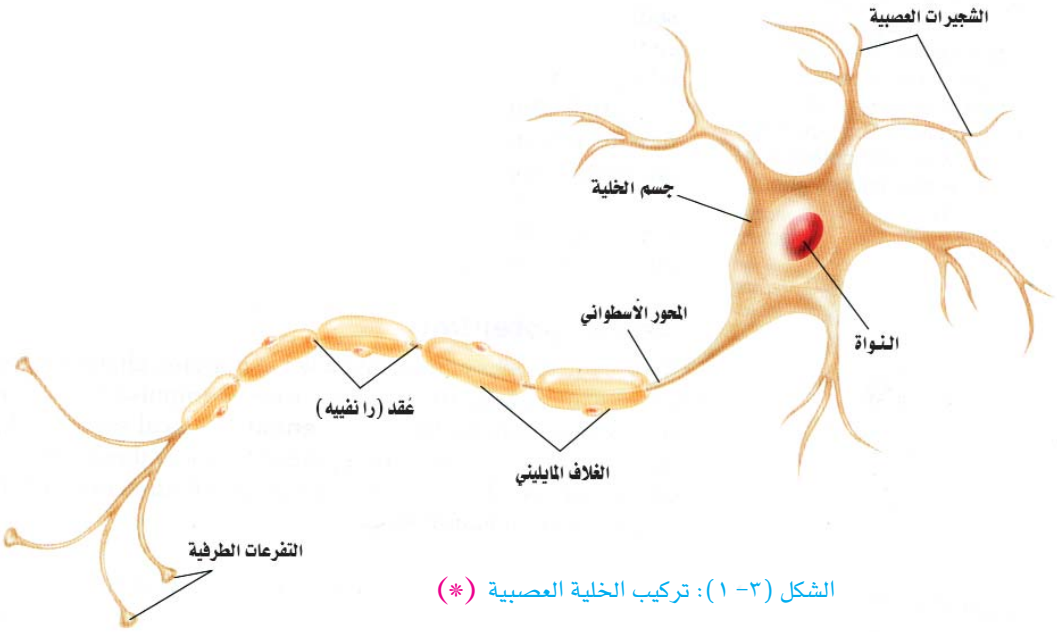
١- الخلايا العصبية الحسية — *Sensory neurons*
٢- الخلايا العصبية الحركية — *Motor neurons*
٣- الخلايا العصبية الموصلة — *Interneurons*
٤- السيال العصبي — *Nerve impulse*
٥- جهد الراحة — *Resting potential*
٦- جهد الفعل — *Action potential*
٧- مبدأ الكل أو العدم — *All or none principle*
٨- فترة الجموح — *Refractory period*
٩- التشابك العصبي — *The Synapse*
١٠- الخلية قبل التشابك — *Presynaptic nervous cell*
١١- شق التشابك — *Synaptic cleft*
١٢- الخلية بعد التشابك — *Postsynaptic nervous cell*
١٣- الجهاز العصبي المركزي — *Central Nervous System (CNS)*
١٤- الجهاز العصبي الطرفي — *Peripheral Nervous System (PNS)*
١٥- الفعل المنعكس — *Reflex action*
١٦- الجهاز العصبي الجسمي — *Somatic nervous system*
١٧- الجهاز العصبي الذاتي — *Autonomic nervous system*
١٨- القسم السمبثاوي — *Sympathetic division*
١٩- القسم الباراسمبثاوي — *Parasympathetic division*
٢٠- المستقبلات الضوئية — *Photoreceptors*
٢١- المستقبلات الميكانيكية — *Mechanoreceptors*
٢٢- المستقبلات الكيميائية — *Chemoreceptors*
٢٣- براعم التذوق — *Taste buds*
٢٤- الخلايا الشَّمِّيَّة — *Olfactory cells*
٢٥- المنبهات — *Stimulants*
٢٦- المهدئات — *Depressants*
٢٧- المخدرات — *Narcotics*
٢٨- الماريجوانا — *Marijuana*
٢٩- الحشيش — *Hashish*
٣٠- التبغ — *Tobacco*

مخطط الفصل الثالث : التنظيم العصبي



٣-١ تركيب الخلية العصبية *Nerve Cell Structure*

على الرغم من وجود أنواع مختلفة من الخلايا العصبية في جسم الإنسان إلا أن معظمها يشترك في العديد من الصفات التركيبية؛ إذ تتكون الخلية العصبية *nerve cell* كما يوضح الشكل(٣-١) من:



الشكل (٣- ١): تركيب الخلية العصبية (*)

جسم الخلية *Cell body*

يتكون جسم الخلية العصبية من النواة والسيتوبلازم الذي يحوي معظم العضيات الخلوية، لذا تحدث معظم أنشطة الخلية الأيضية في جسم الخلية.

الشجيرات العصبية *Dendrites*

عبارة عن زوائد سيتوبلازمية قصيرة تمتد من جسم الخلية إلى جميع الاتجاهات،وتشكِّل سطحا واسعا لاستقبال الإشارات من مصادرها المختلفة وتوصيلها إلى جسم الخلية.

المحور الأسطواني *Axon*

وهو زائدة سيتوبلازمية امتدت بعيدا عن جسم الخلية تنتهي بتفرعات تعرف بالتفرعات الطرفية *terminal branches* . ويقوم المحور الأسطواني بنقل الإشارات العصبية من جسم الخلية إلى التفرعات الطرفية التي تقوم بنقلها إلى خلية أخرى.

معلومات تهمك

عادة ما تحتوي الخلية العصبية على محور أسطواني واحد لكن قد يحتوي بعضها على أكثر من محور .

وتغطي معظم المحاور الأسطوانية مادة دهنية بيضاء تعرف بالغلاف المايليني *myelin sheath* تتكون من خلايا يطلق عليها خلايا شوان *Schwann cells*، ويعمل هذا الغلاف على عزل المحور عن غيره من المحاور وعزله عن الوسط الموجود فيه، ويعرف الجزء من المحور الذي يقع بين خلية شوان والتي تليها عقدة رانفييه *node of Ranvier* .

اختبر فهمك ١

١– اشرح باختصار وظيفة أجزاء الخلية العصبية التالية: الشجيرات العصبية ، جسم الخلية ، خلايا شوان ، المحور الأسطواني.

٢– تنتقل الإشارات العصبية في الخلايا ذات الغلاف المايليني بشكل أسرع من انتقالها في الخلايا غير المغلفة. علل ذلك.

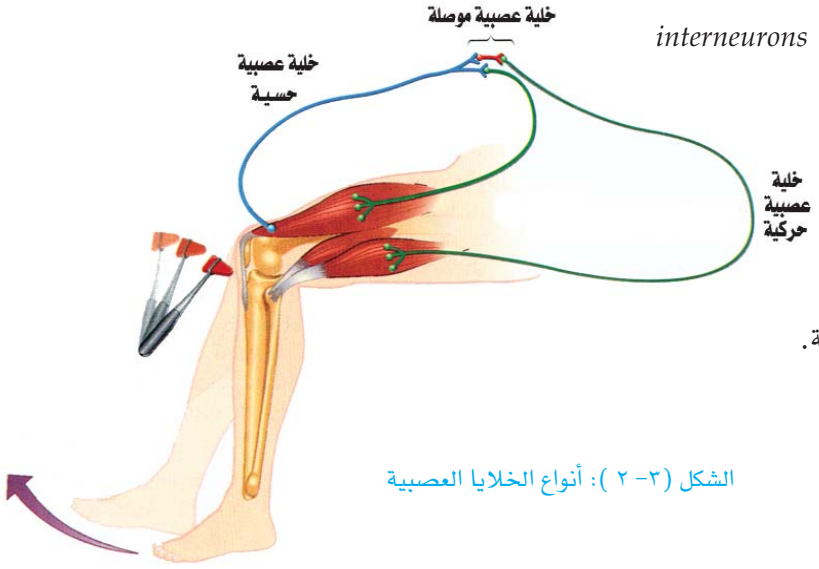
٣–٢ أنواع الخلايا العصبية *Nerve Cells Types*

تتشابه الخلايا العصبية من حيث التركيب إلا أنها تختلف فيما بينها من حيث الوظيفة؛ إذ يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا العصبية. الشكل (٣–٢) وهي:

١– الخلايا العصبية الحسية *sensory neurons* التي تنقل المعلومات الحسية من أعضاء الجسم إلى الجهاز العصبي المركزي.

٢–الخلايا العصبية الحركية *motor neurons* التي تنقل الأوامر العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى أعضاء الاستجابة في الجسم.

٣–الخلايا العصبية الموصلة *interneurons* التي تعمل كحلقة وصل بين الخلية العصبية الحسية والخلية العصبية الحركية.



الشكل (٣– ٢): أنواع الخلايا العصبية

معلومات تهمك

تبلغ سرعة السيال العصبي لدى الإنسان حوالي $120m / sec$.

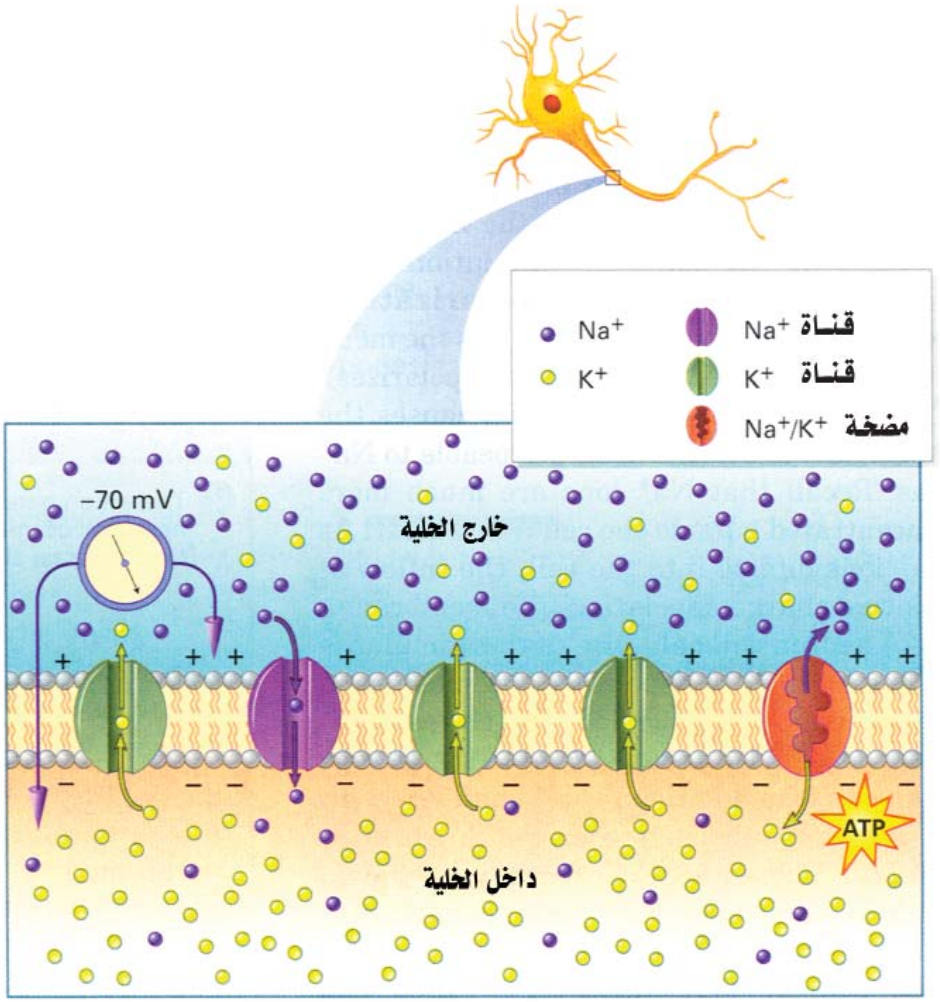
٣-٣ السيال العصبي *Nerve impulse*

السيال العصبي *nerve impulse* عبارة عن إشارات كهربائية تنتقل بسرعة عبر غشاء الخلية العصبية من خلية إلى أخرى، ويكون اتجاه السيال العصبي من جسم الخلية باتجاه المحور الأسطواني. وهذه الإشارات ليست سيلاً من الإلكترونات كما في الكهرباء ولكنها عبارة عن فرق في تركيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي غشاء محور الخلية العصبية. إن السيال العصبي ليس عملية مستمرة، وإنما تكون الخلية العصبية في فترة راحة إلى أن تتعرض لمنبه، فتنتقل بسببه إلى حالة جهد الفعل.

جهد الراحة *Resting Potential*

تكون الخلية العصبية في حالة راحة عندما لا يمر فيها سيال عصبي؛ إذ يكون تركيز أيونات الصوديوم Na^+ خارج الخلية أعلى من تركيزها داخل الخلية، في حين يكون تركيز أيونات البوتاسيوم K^+ داخل الخلية أعلى من تركيزها خارج الخلية بسبب وجود بروتينات خاصة في غشاء الخلية تعمل كقنوات تسمح بانتشار هذه الأيونات عبر الغشاء. ومن الجدير بالذكر أن عدد قنوات البوتاسيوم في الغشاء أكثر من عدد قنوات الصوديوم، وهذا يؤدي إلى أن الشحنة الموجبة (أيونات البوتاسيوم) التي تغادر الخلية أسرع من الشحنة الموجبة (أيونات الصوديوم) التي تدخل إليها.

تعلمت سابقا أن الاختلاف في تركيز الأيونات على جانبي غشاء الخلية يولد فرقًا في الجهد، ويسمى هذا الاختلاف في حالة الخلايا العصبية بجهد الراحة *resting potential* ويبلغ تقريبًا $-70mV$. وبالإضافة إلى هذه القنوات توجد في غشاء الخلية بروتينات يطلق عليها مضخة الصوديوم والبوتاسيوم *sodium- potassium pump*، تعمل على إعادة هذه الأيونات إلى وضع عكس منحدر التركيز، حيث تعمل على نقل أيونات الصوديوم من داخل الخلية إلى خارجها ونقل أيونات البوتاسيوم إلى الداخل، وهذه العملية تتطلب طاقة مصدرها *ATP*. الشكل (٣-٣).

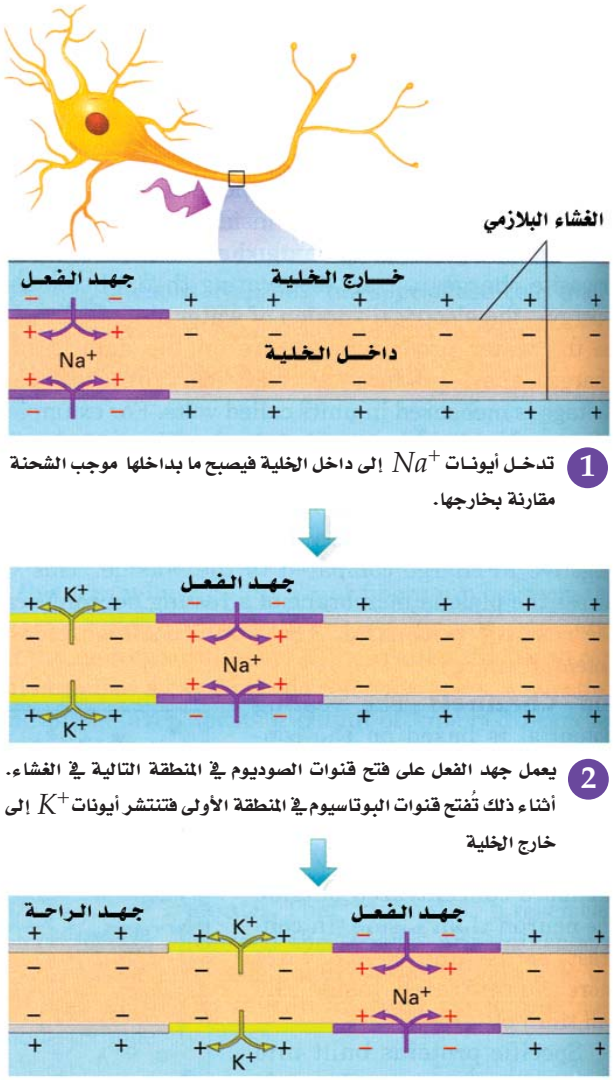


الشكل (٣- ٣): جهد الراحة (*)

جهد الفعل *Action Potential*

عندما يثار جسم الخلية بمؤثر ما – كالضوء مثلا – تتغير نفاذية غشاء الخلية العصبية فجأة، وهو ما يسمح بدخول أيونات الصوديوم الموجبة من خارج الخلية إلى داخلها، ونتيجة لذلك تصبح الخلية من الداخل موجبة مقارنة بخارجها ويعرف هذا التغير بجهد الفعل *action potential* .

التغير في توزيع الشحنات على جانبي الغشاء يعمل على إثارة المنطقة التالية على المحور، وبالتالي تدخل أيونات الصوديوم الموجبة إلى هذه المنطقة، بينما تعود المنطقة السابقة إلى جهد الراحة. عادة ما يمر السيال العصبي في اتجاه واحد، إذ ينتقل من جسم الخلية إلى محورها الأسطواني إلى التفرعات الطرفية بعيدا عن جسم الخلية. الشكل (٣–٤).



الشكل (٣- ٤): مرور السيال العصبي (*)

خصائص السيال العصبي *Nervous Impulse Properties*

أ- مبدأ الكل أو العدم *All or None Principle*

يتكون السيال العصبي إذا بلغت شدة المنبه حدًّا معَّينًا يمكن أن تحدث عنده استجابة، ويعرف هذا الحد بشدة العتبة *threshold* . ومن الجدير بالذكر أن سرعة السيال العصبي لا تتغير بزيادة أو نقصان شدة المنبه بعد تجاوز شدة العتبة، ولكن قوة الاستجابة تتأثر بشدة المنبه بعد حد شدة العتبة.

ب- فترة الجموح *Refractory Period*

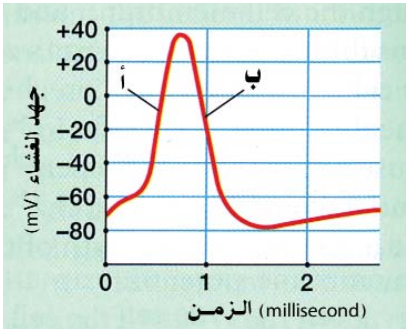
تحتاج الخليـة العصبية إلى فترة زمنية لتعود إلى حالة الراحة قبل التنبيه التالي، فإذا ما تكرر المنبه قبل أن تنتهي مـدة السيـال العصبي فإن الخليـة لا تستجيب. ويطلق على الفـترة الواقعـة بين الاستجـابة لمنبـه ما والاستجـابـة للمنبـه الـذي يليـه فـترة الجمـوح *refractory period* ، وقـد قـدَّرهـا العلمـاء بحـوالي *1-10 millisecond* .

الاستكشاف ١

الإشارة العصبية

سؤال علمي: ما التغيرات التي تحدث في أثناء مرور السيال العصبي؟

الإجراءات: يوضح الرسم البياني المجاور التغيرات التي تحدث في غشاء الخلية العصبية خلال جهد الفعل. استخدم هذا الرسم للإجابة عن الأسئلة التالية :



التحليل والتفسير: ١–حدد الزمن الذي استغرقه جهد الفعل.

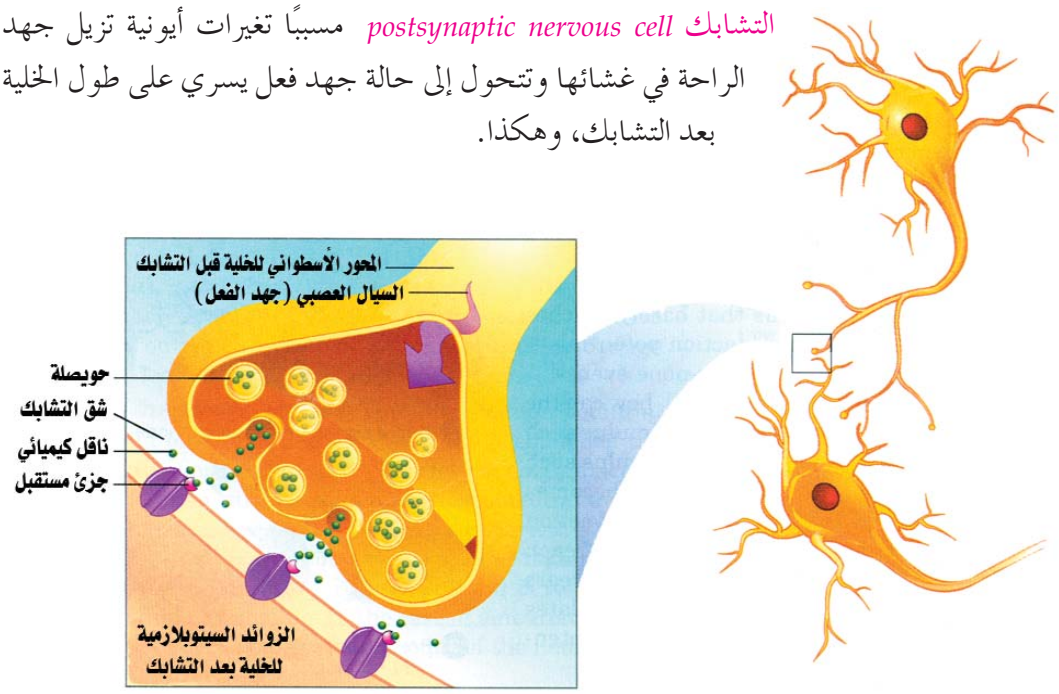
٢–ما الأيونات التي تدخل إلى الخلية عند النقطة (أ) ؟

٣–ما سبب الزيادة في جهد الغشاء الموضح عند النقطة (أ) ؟

٤–ما سبب النقص في جهد الغشاء الموضح عند النقطة (ب) ؟

٣-٤ التشابك العصبي The Synapse

تتصل الخلايا العصبية فيما بينها عبر منطقة التشابك العصبي *the synapse* ، وهي المنطقة الواقعة بين التفرعات الطرفية لخلية عصبية وبين الشجيرات العصبية لخلية أخرى. وينتقل السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي انتقالاً كيميائيا باستخدام النواقل الكيميائية، وهو ما يسبب إبطاء في سرعة نقل السيال العصبي. وتحتاج هذه العملية إلى طاقة تستمدها من الميتوكندريا التي تكثر في التفرعات الطرفية للمحور. ويوضح الشكل (٣-٥) عملية انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي، فعندما يصل السيال العصبي إلى التفرعات الطرفية لمحور الخلية قبل التشابك *presynaptic nervous cell* تنفجر الحويصلات الدقيقة الموجودة فيها محررة الناقل الكيميائي كالأستيل كولين *Acetylcholine* الذي ينتقل إلى منطقة شق التشابك *synaptic cleft* ، فيرتبط هذا الناقل بمستقبلات خاصة على غشاء الخلية بعد التشابك *postsynaptic nervous cell* مسببًا تغيرات أيونية تزيل جهد الراحة في غشائها وتتحول إلى حالة جهد فعل يسري على طول الخلية بعد التشابك، وهكذا.



الشكل (٣- ٥): منطقة التشابك العصبي (*)

جدير بالذكر أن الخلايا العصبية تتخلص من الناقل الكيميائي المحرر في منطقة التشابك العصبي مباشرة بعد أدائه لعمله، وذلك إما عن طريق تفكيكه باستخدام الأنزيمات، وإمَّا بإعادة امتصاصه من قبل الخلية قبل التشابك لاستعماله مرة أخرى، وذلك لأن استمرار وجوده يمنع إعادة جهد الراحة في الخلية العصبية.

اختبر فهمك ٢

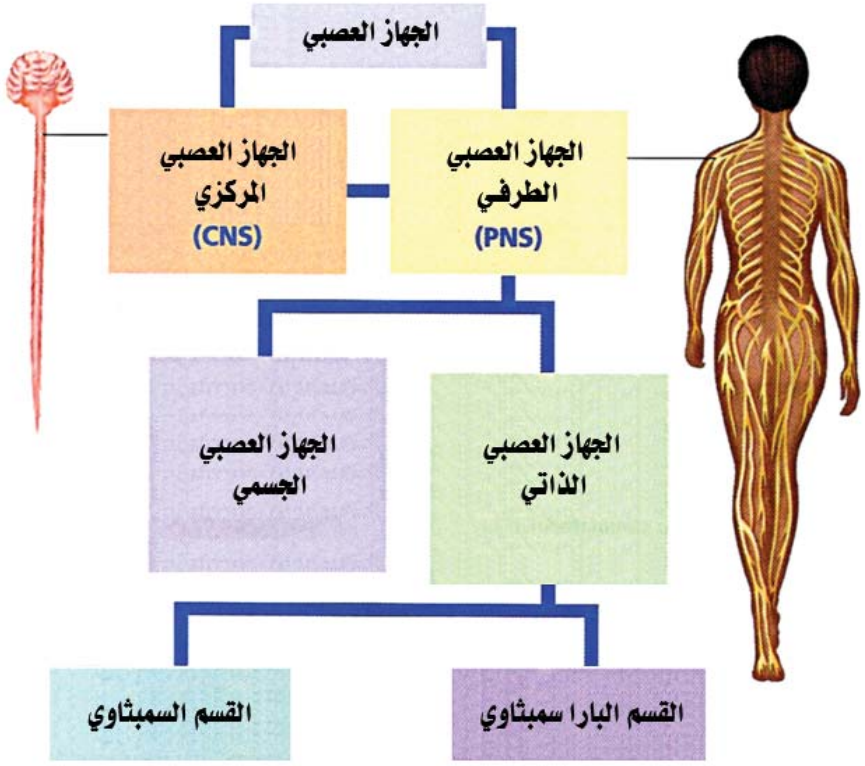
١- ينتقل السيال العصبي في منطة التشابك العصبي بشكل بطيء ، فسِّر ذلك .

٢- لماذا يكثر وجود الميتوكندريا في التفرعات الطرفية من الخلية العصبية ؟

٣-٥ أقسام الجهاز العصبي *Divisions of The Nervous System*

يعد الجهاز العصبي شبكة عالية التنظيم من الخلايا العصبية التي تعمل على تحسس التغيرات الداخلية والخارجية للجسم، والاتصال ببعضها بعضًا، وتنظيم الأنشطة الجسمية والعمليات الأيضية.

يتكون الجهاز العصبي من قسمين رئيسين هما: الجهاز العصبي المركزي *The Central Nervous System (CNS)* والجهاز العصبي الطرفي *Peripheral Nervous System (PNS)* . الشكل (٣-٦).



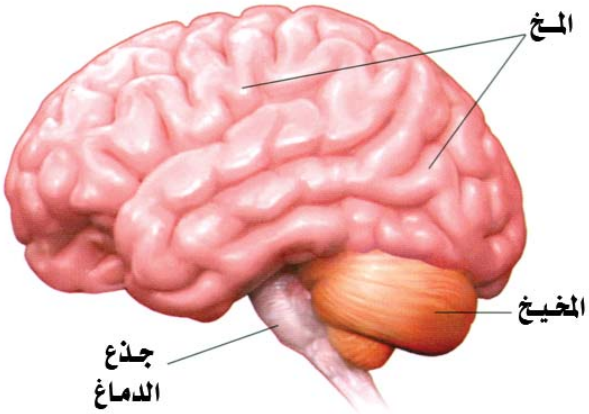
الشكل (٣- ٦): أقسام الجهاز العصبي

أولاً : الجهاز العصبي المركزي *The Central Nervous System (CNS)*

يتكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ *brain*، والحبل الشوكي *spinal cord* . تتميز هذه الأعضاء بنسيج رخو سريع العطب بالغ الحساسية ؛ ولذا نجده محميًا بواسطة الجمجمة وفقرات العمود الفقري، بالإضافة إلى وجود أغشية السحايا *meninges* . تتكون أغشية السحايا من ثلاث طبقات هي الأم الجافية *duramater* ، والأم الحنون *piamater*، والغشاء العنكبوتي *arachnoid* . ويوجد بين هذه الطبقات سائل يعرف بالسائل الدماغي الشوكي *cerebrospinal fluid* ، يعمل على امتصاص الصدمات، بالإضافة إلى نقل المواد الغذائية والأكسجين للجهاز العصبي المركزي، ونقل الفضلات، وثاني أكسيد الكربون منه إلى الدم.

أ. الدماغ *The Brain*

يتكون الدماغ من حوالي *100* بليون خلية عصبية معظمها من نوع الخلايا العصبية الموصلة. وتبلغ كتلة الدماغ حوالى *1.4 kg* ويتألف من ثلاثة أجزاء رئيسة هي المخ *cerebrum*، والمخيخ *cerebellum*، وجذع الدماغ *brain stem* . (الشكل ٣–٧).



الشكل (٣- ٧): تركيب الدماغ

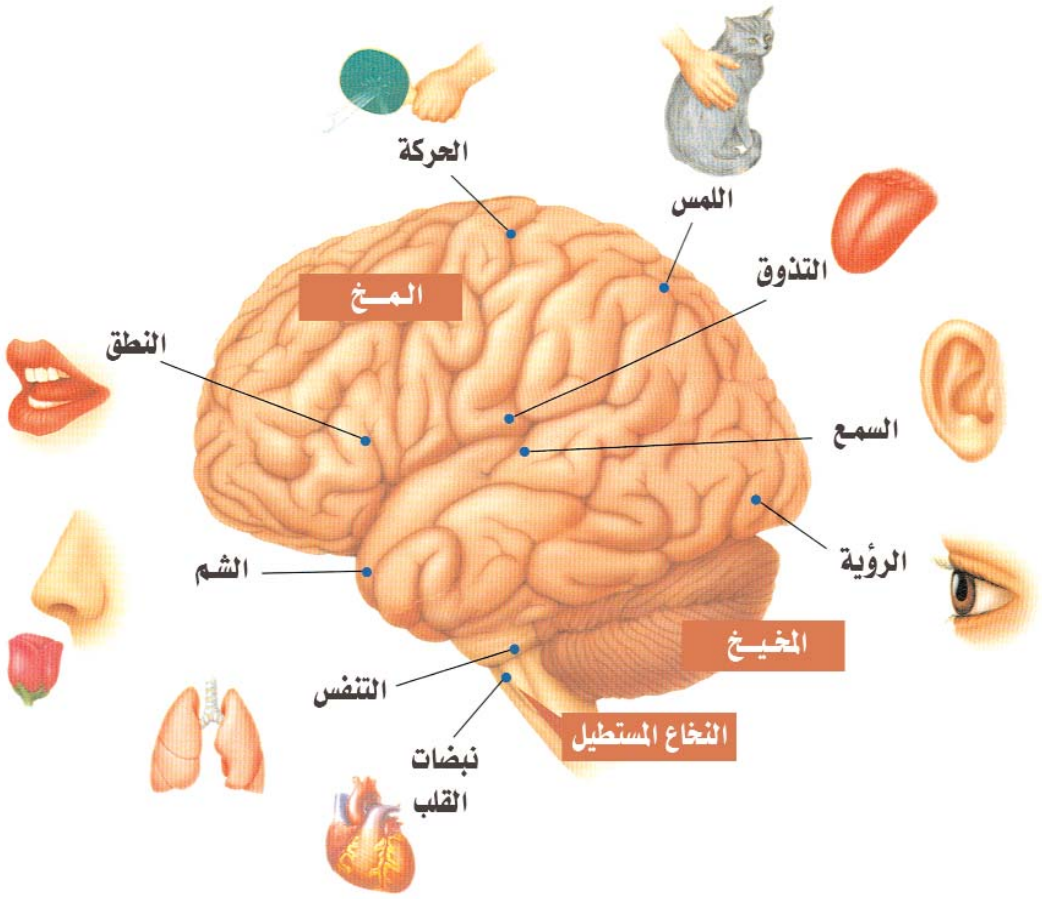
معلومات تهمك

مرض التهاب السحايا *meningitis* تسببه إصابة بكتيرية أو فيروسية لأغشية الدماغ. من أعراض هذا المرض ارتفاع درجة الحرارة، والتقيؤ، والصداع الشديد، وتصلب الرقبة. وإذا ترك هذا المرض بلا علاج فإنه قد يؤدي إلى الموت.

المخ *Cerebrum* :

هو أكبر أجزاء الدماغ، ويتركب من طبقة خارجية كثيرة التجاعيد تعرف بقشرة المخ *cerebral cortex*، وهي مادة رمادية *gray matter* تتكون من أجسام الخلايا العصبية، ومن طبقة داخلية بيضاء اللون *white matter* بسبب احتوائها على المحاور الأسطوانية المغلفة بغلاف مايليني.

يتكون المخ من نصفي كرة *hemispheres*، حيث يسيطر النصف الأيمن من المخ على الجانب الأيسر من الجسم، ويسيطر النصف الأيسر من المخ على الجانب الأيمن من الجسم، لأن المحاور الأسطوانية تتقاطع وتتعاكس في الاتجاه في النخاع الشوكي. يختص المخ بتنظيم العمليات الحسية (كاللمس والتذوق)، والعمليات الحركية للجسم (حركة الجسم بشكل عام). ويوضح الشكل (٣–٨) وظائف بعض أعضاء الجسم المختلفة ومراكز التحكم بها في المخ.



الشكل (٣- ٨): مواقع التحكم في المخ

المخيخ *Cerebellum* :

يقع المخيخ في الناحية الخلفية أسفل المخ، ويتكون – كما هو الحال في المخ – من مادة بيضاء في الداخل ومادة رمادية في الخارج. يقوم المخيخ بالوظائف التالية:

١– تلقي السيالات العصبية الحسية من النخاع المستطيل والواردة إليه من العضلات والأوتار والمفاصل والعينين والأذنين ونقلها إلى المخ ، ويستقبل السيالات العصبية الحركية من المخ وينقلها إلى النخاع المستطيل ثم إلى أعضاء الاستجابة.

٢– تنظيم وتنسيق حركات الجسم الإرادية عن طريق توجيه الحركة وحفظ التوازن.

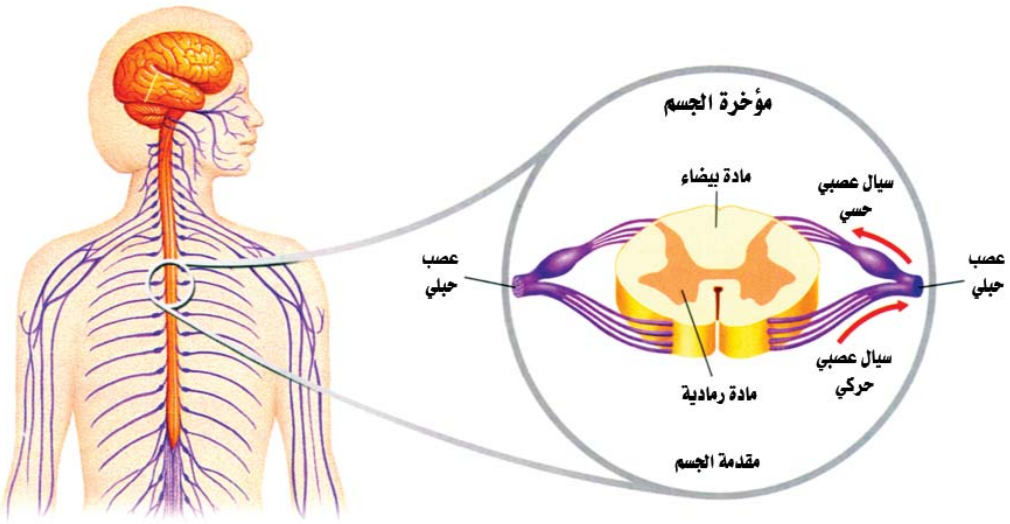
جذع الدماغ *Brain Stem* :

يربط جذع الدماغ بين الدماغ والحبل الشوكي ويقع تحت المخيخ، ويتكون من النخاع المستطيل *medulla oblongata* وقنطرة فارول *pons* . تعمل هذه التراكيب على تنظيم مرور المعلومات بين الدماغ وبقية أعضاء الجسم، كما أن جذع الدماغ يسيطر على بعض الوظائف المهمَّة في الجسم مثل: ضغط الدم ونبضات القلب والتنفس والبلع.

ويوجد في الدماغ أيضا جزء صغير يعرف باسم المهاد *thalamus* يعمل على استقبال السيالات العصبية من أعضاء الحس ونقلها إلى المخ. يقع أسفل المهاد جزء صغير يعرف بتحت المهاد *hypothalamus* ويعتبر مركز الجوع، والعطش، وتنظيم درجة الحرارة.

ب. الحبل الشوكي *The Spinal Cord*

يمتد الحبل الشوكي في القناة الشوكية التي توجد داخل العمود الفقري، ويتفرع من الحبل الشوكي 31 زوجًا من الأعصاب الشوكية. ويعد الحبل الشوكي المركز الرئيسي للأفعال المنعكسة *reflex actions*. يوضح الشكل (٣–٩) مقطعًا عرضيًا في الحبل الشوكي الذي يتركب من مادة بيضاء في الخارج ومادة رمادية في الداخل ، على عكس المخ والمخيخ.



الشكل (٣- ٩): مقطع عرضي في الحبل الشوكي

الفعل المنعكس *Reflex Action* :

في معظم الأحيان يتم التفاعل مع أي مؤثر يصل إلى الجسم عن طريق الدماغ، لكن لا تصل جميع السيالات العصبية إلى الدماغ بل أن بعضها يصل إلى الحبل الشوكي، وتتم الاستجابة له مباشرة دون الرجوع إلى الدماغ. ماذا يحدث إذا وخزتك إبرة في يدك؟ تكون ردة فعلك أنك تبعد يدك عن المؤثر (الإبرة). تسمى الخاصية التي تمكن المركز العصبي في الحبل الشوكي من الرد مباشرة على المؤثرات الخارجية دون تدخل الدماغ بالفعل المنعكس *reflex action* . وتعد خاصية الفعل المنعكس من نعم الله على الانسان ، إذ إنها تؤمن له الحماية من الاخطار في وقت سريع جدًّا . ويمكن تفسير الحركة التلقائية تجاه المؤثر بالاستعانة بالشكل (٣–١٠):

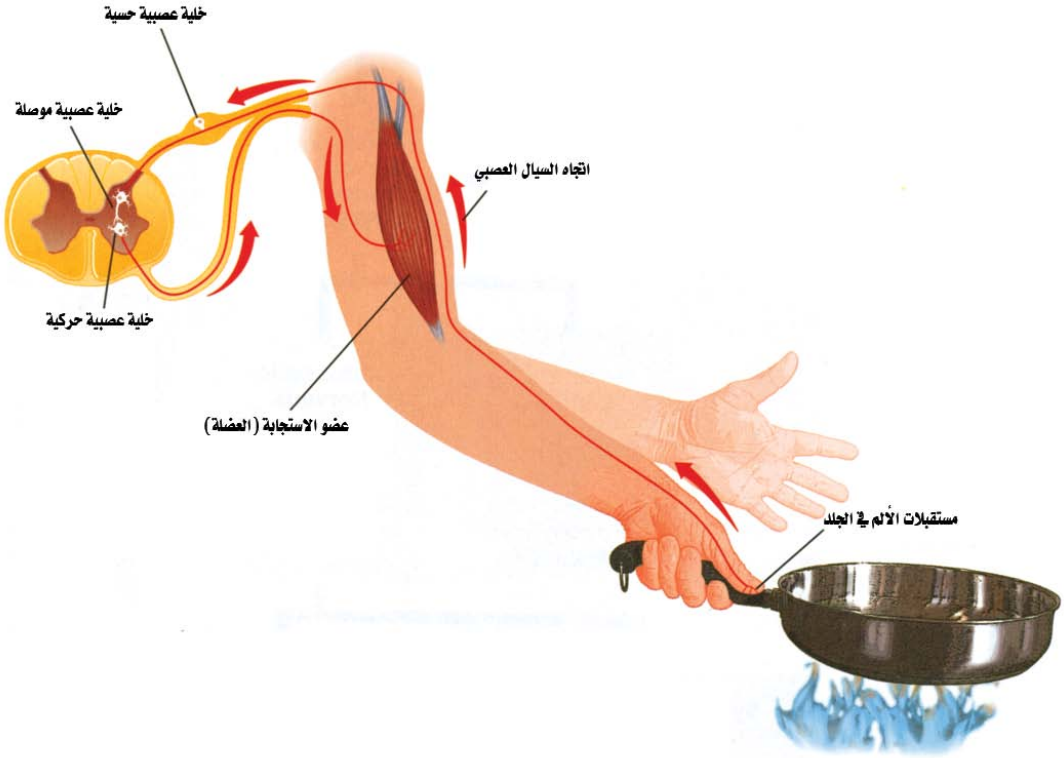
١- يستقبل جلد اليد الرسالة بأنك لمست سطحا ساخنا.

٢- ينتقل السيال العصبي الحسي إلى الحبل الشوكي عن طريق الخلية العصبية الحسية المرتبطة بأعضاء استقبال المؤثر.

٣- ينتقل السيال العصبي بعد ذلك إلى الخلية العصبية الموصلة في الحبل الشوكي حيث يتم تحليله وإصدار أمر الاستجابة له.

٤- ينتقل السيال العصبي الحركي (أمر الاستجابة) إلى عضلات الذراع عبر الخلية العصبية الحركية.

٥- يعمل السيال العصبي على انقباض عضلة الذراع، وهو ما يؤدى إلى إبعاد ذراعك عن مصدر الحرارة.



الشكل (٣- ١٠): الفعل المنعكس

اختبر فهمك ٣

١- هل تعتقد أن الأفعال المنعكسة مفيدة للإنسان؟ فسِّر إجابتك.

٢-رتب المفاهيم العلمية التالية بحيث تُكوِّن مخططًا لسير الفعل المنعكس: عضو استجابة - خلية عصبية حركية - خلية عصبية حسية - عضو استقبال - خلية عصبية موصلة.

سرعة الاستجابة

سؤال علمي: كيف يمكنك تحديد سرعة الاستجابة؟

المواد والأدوات: عصا مترية بطول 100 cm

الإجراءات:

١- اجلس على الكرسي، ويكون زميلك واقفًا حاملاً العصا المترية.

٢- اجعل يدك في وضع التهيؤ للإمساك بالعصا لحظة إسقاطها من قبل زميلك كما في الشكل أدناه.

٣- يُسقط زميلك العصا المترية فجأة، وفي هذه اللحظة أمسك العصا بالإبهام والسبابة.

٤- سجل طول الجزء الذي أمسكت به من العصا.

٥- أعد النشاط عدة مرات ثم احسب معدل طول الجزء الذي أمسكت به.

٦- أعد النشاط مرة أخرى لكن استخدم اليد الأخرى للإمساك بالعصا المترية لحظة سقوطها ثم سجل القياسات.

٧- تبادل الأدوار مع زميلك في المجموعة ثم سجِّلا القياسات .

التحليل والتفسير:

١- أيهما أسرع في الاستجابة: اليد اليمنى أم اليد اليسرى؟ فسِّر إجابتك.

٢- قارن بين استجابتك واستجابة زميلك في المجموعة. فسِّر إجابتك.

٣- ماذا تستنتج عند إعادة المحاولة عدة مرات لنفس اليد ؟

قم بتنفيذ الدرس العملي الثالث

ثانيًا : الجهاز العصبي الطرفي *Peripheral Nervous System (PNS)*

يربط الجهاز العصبي الطرفي بين الجهاز العصبي المركزي وبقية أعضاء الجسم، ويتكون من الأعصاب الحسية التي تنقل السيالات العصبية من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبي المركزي، ومن الأعصاب الحركية التي تنقل السيالات العصبية الحركية من الجهاز العصبي المركزي إلى الخلايا العضلية أو الخلايا الغدية.

يقسم الجهاز العصبي الطرفي إلى:

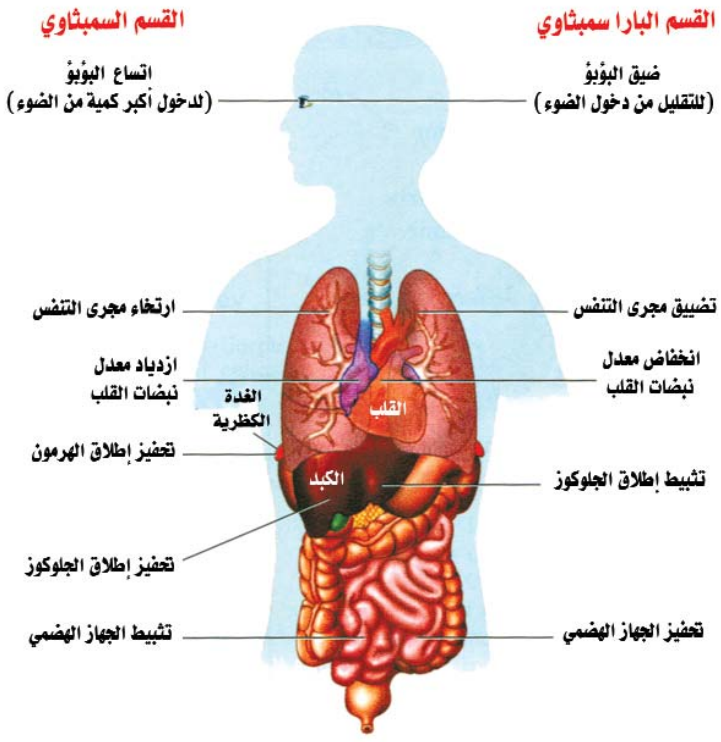
أ. الجهاز العصبي الجسمي Somatic Nervous System :

يتكون الجهاز العصبي الجسمي من 12 زوجًا من الأعصاب الدماغية، ومن 31 زوجًا من الأعصاب الشوكية. والعصب *nerve* عبارة عن تجمع المحاور الأسطوانية في حزم يحيط بها نسيج رابط، بينما تتجمع أجسام الخلايا العصبية في عقد عصبية على طول الحبل الشوكي. معظم الأعصاب تحتوي على خلايا حسية وخلايا حركية. يخضع هذا الجهاز للتنظيم الإرادي للجسم، ولذا فإنه يقوم بالتحكم بالحركات الإرادية من خلال استثارة العضلات الهيكلية المسؤولة عن بعض الأفعال مثل الكتابة والتحدث والابتسام والقفز وغيرها.

ب. الجهاز العصبي الذاتي Autonomic Nervous System :

يقوم الجهاز العصبي الذاتي بضبط تنظيم الوظائف التي تحدث لا إراديًا في الجسم. ويتألف هذا الجهاز من قسمين يعملان عكس بعضهما بعضًا هما: القسم السمبثاوي *sympathetic* ، و القسم الباراسمبثاوي *parasympathetic* . (الشكل (٣–١١). يقوم القسم السمبثاوي بزيادة المستوى العام للأنشطة الحيوية في الجسم، وإنتاج المزيد من الطاقة، وهو ما يعمل على تهيئة الجسم للأنشطة الفورية التي تستهلك كمية من الطاقة مثل الجري أو الخضوع لاختبار ما، حيث يعمل هذا الجهاز على زيادة نبضات القلب، ودفع الدم إلى العضلات، وزيادة سرعة التنفس.

في المقابل يعمل القسم الباراسمبثاوي على إعادة الجسم إلى حالة الهدوء والراحة، وذلك من خلال تخفيض عدد نبضات القلب، وسرعة التنفس، وإبطاء استجابة الأوعية الدموية للحد من كمية الدم المتدفق إلى العضلات.



الشكل (٣– ١١): عمل القسم السمبثاوي والباراسمبثاوي

٣-٦ أعضاء الحس Sense Organs

كيف تعرف أن شخصًا ما نادى عليك باسمك أو ربَّت على كتفك؟ كيف تشعر باللمس أو بسماع الأصوات؟

ترسل المستقبلات الحسية المنتشرة في خلايا كتفك والموجودة في أذنك سيالات عصبية حسية إلى الدماغ تشعره بالبيئة الخارجية المحيطة بجسمك، فيعتمد الدماغ على هذه المعلومات فيحللها ويتخذ القرار المناسب .

تُوجد في جسمك أنواع عديدة من المستقبلات الحسية منها:

المستقبلات الضوئية *photoreceptors* التي توجد في العين وتتحسس الضوء.

المستقبلات الميكانيكية *mechanoreceptors* مثل المستقبلات التي توجد في الأذن، وتستشعر بها الاهتزازات.

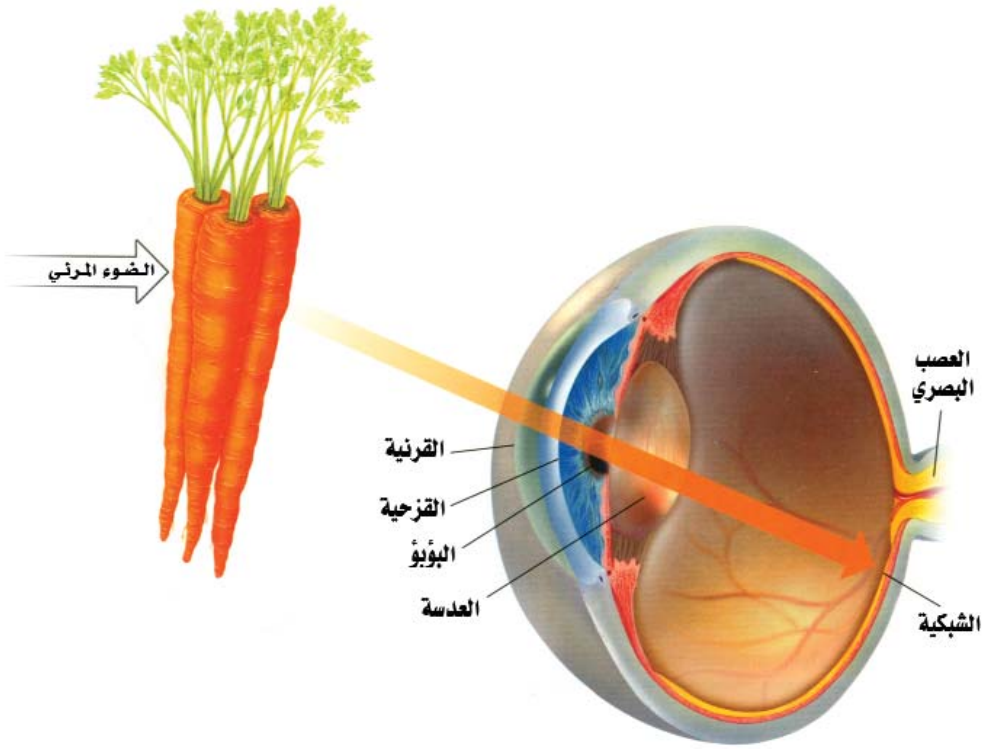
المستقبلات الكيميائية *chemoreceptors* مثل براعم التذوق على اللسان ، والتي تحتوي على مستقبلات تتحسس المثيرات الكيميائية كتذوق الطعام، وهناك أيضا مستقبلات خاصة في الأنف تتحسس الروائح المنتشرة في الهواء. وجلدك يحتوي على تنوع كبير من المستقبلات الحسية.

العين والإبصار *The Eye and Vision* :

عندما تقرأ هذه الجملة فإنك تستخدم واحدة من أهم الحواس؛ الإبصار *vision* هو استجابة الجسم لطاقة الضوء، و تحتوي العين على مستقبلات خاصة حسَّاسة للضوء المرئي *visible light* الذي يصل إلى العين من الأجسام.

العين عضو إحساس معقَّد، إذ يغطي سطح العين الخارجي غشاء شفاف يحميها يُسمَّى القرنية *cornea*، يسمح بمرور الضوء إلى داخل العين.

يدخل الضوء المنعكس عن الأجسام المحيطة بك عن طريق فتحة في مقدمة العين تعرف بالبؤبؤ *pupil* يتم تحسس الضوء الداخل بواسطة خلايا في الجزء الخلفي من العين يعرف بالشبكية *retina* ،تحتوي الشبكية على نوعين من المستقبلات الحسية للضوء هي خلايا العصي *rod cells* وخلايا المخاريط *cone cells* ؛ حيث تستجيب العصي للضوء الخافت وهي مهمة جدًّا للرؤية الليلية، في حين تستجيب المخاريط للضوء الساطع والألوان. وتعمل طاقة الضوء على تغيير الحالة الأيونية للمستقبلات الضوئية، الأمر الذي يولد سيالاً عصبيًّا ينتقل عبر المحاور الأسطوانية خلال العصب البصري *optic nerve* الذي ينقلها إلى الدماغ والذي يقوم بدوره بتحليلها، ثم يرسل السيال العصبي الحركي إلى عضو الاستجابة. (الشكل ٣-١٢).

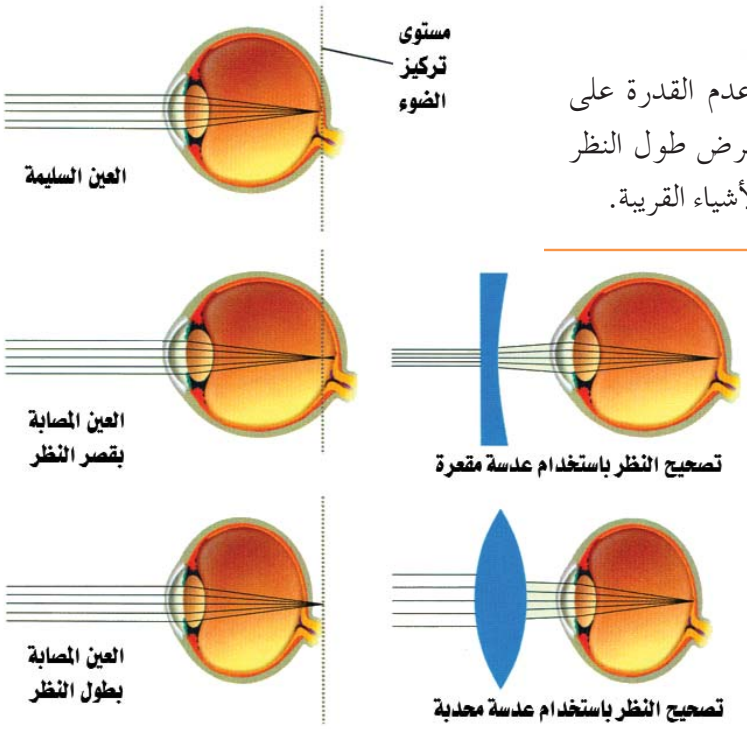


الشكل (٣- ١٢): العين

رؤية الضوء *Seeing the light*

يدخل الضوء إلى العين من خلال البؤبؤ، والبؤبؤ يشبه البقعة (النقطة) السوداء في وسط العين، وهو محاط بالقزحية *iris* التي تعطي العين لونها . تحاط القزحية بألياف عضلية تجعل القزحية تفتح أو تغلق مسببة تغييرًا في حجم البؤبؤ. ومن خلال هذه العملية يتم تنظيم كمية الضوء الداخلة إلى الشبكية، ففي الضوء الساطع يصغر حجم البؤبؤ، وفي الضوء الخافت يتسع.

ينتقل الضوء في خطوط مستقيمة، ويمر عبر القرنية والعدسة المحدبة التي تقع خلف البؤبؤ، والتي تسمح للضوء بالمرور بعد تغيير مساره. تعمل العدسة على تركيز الضوء الداخل إلى الشبكية، فعندما تنظر إلى جسم قريب جدًا من عينك فإن عدسة العين تصبح أكثر تحدبًا ، في حين عندما تنظر إلى جسم بعيد فإن العدسة تصبح أكثر تسطحًا أو استواءً. في بعض العيون تركز العدسات الضوء أمام الشبكية وليس عليها، وهو ما يسبب مرض قصر النظر *nearsightedness*،وعندما يتم تركيز(تجميع) الضوء خلف الشبكية فإن ذلك يسبب طول النظر *farsightedness* تستخدم النظارات أو العدسات اللاصقة الطبية في تصحيح مسار الرؤية ليسقط الضوء على الشبكية . (الشكل ٣-١٣).



الشكل (٣- ١٣): كيفية تصحيح مسار الرؤية

معلومات تهمك

مرض قصر النَّظر هو عدم القدرة على رؤية الأشياء البعيدة،بينما مرض طول النظر هو عدم القدرة على رؤية الأشياء القريبة.

اختبر فهمك ٤

١-ما نوع المستقبلات الحسية الموجودة في : العين ، الأذن، اللسان ، الأنف ؟

٢- ما نوع عدسات النظارات التي يستخدمها الشخص المصاب بقصر النظر، طول النظر ؟

الاستكشاف ٣ البقعة العمياء

البقعة العمياء: هي النقطة التي يخرج عندها العصب البصري من الشبكية باتجاه المنطقة البصرية في الدماغ، ولا يوجد فيها أي مستقبلات بصرية (أي لا توجد فيها خلايا عصي ومخاريط).

سؤال علمي: كيف يمكن تحديد البقعة العمياء في العين؟

المواد والأدوات: بطاقة بيضاء من الورق المقوى قياسها $8 \times 12\ cm$ تقريبا، قلم رصاص

الإجراءات: ١– ارسم على يمين البطاقة علامة x بطول $2\ cm$ تقريبا وعلامة O على يسار x بحوالي $7\ cm$ بنفس القياس.

٢– ارفع البطاقة أمام عينيك على مد ذراعك.

٣– أغلق عينك اليسرى وركز نظرك على الدائرة.

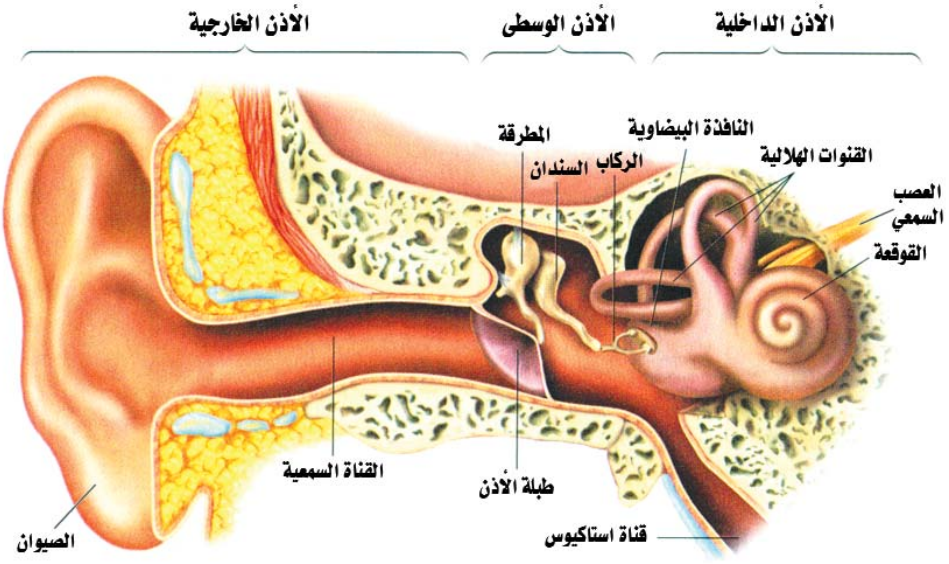
٤–حرك البطاقة تدريجيا باتجاهك مع الاستمرار في التركيز على الدائرة.

التحليل والتفسير: ١–ماذا يحدث لعلامة x ؟

٢– فسِّر سبب ما لاحظته.

الأذن والسمع *Ear and Hearing :*

إن الجزء الذى يراه الشخص عادة من الأذن هو صيوان الأذن، أما بقية الأجزاء فتوجد داخل سلسلة من الغرف الصغيرة المجوفة. وتقسم الأذن تشريحيا إلى ثلاثة أجزاء هي الأذن الخارجية وهي مبطنة بشعيرات، وغدد تفرز مادة شمعية، وظيفتها وقائية إذ تقوم بقتل الكثير من أنواع الجراثيم الداخلة إلى الأذن، أما الأذن الوسطى فتقوم بنقل الذبذبات إلى الأذن الداخلية التي بدورها تحول تلك الذبذبات إلى سيالات عصبية حسية. يوضح الشكل (٣–١٤) أجزاء الأذن.



الشكل (٣– ١٤): الأذن

رحلة الموجة الصوتية *journey of sound wave* :

عندما يحدث الصوت نتيجة لاهتزاز الأجسام فإن موجته تصل إلى الأذن الخارجية، فتنتقل الموجة عبر القناة السمعية إلى غشاء الطبلة *eardrum* ، التي بدورها تهتز، فينتقل الاهتزاز إلى عظيمات الأذن الوسطى وهي المطرقة *hammer* ، والسندان *anvil* ،والركاب *stirrup* مسببًا اهتزازها. بعد ذلك يصل الاهتزاز إلى القوقعة *cochlea* في الأذن الداخلية حيث تقوم المستقبلات الحسية الميكانيكية في القوقعة بتحويل الأمواج الصوتية إلى سيالات عصبية حسية ترسل إلى الدماغ ليتم تفسيرها وتكوين استجابة لها.

معلومات تهمك

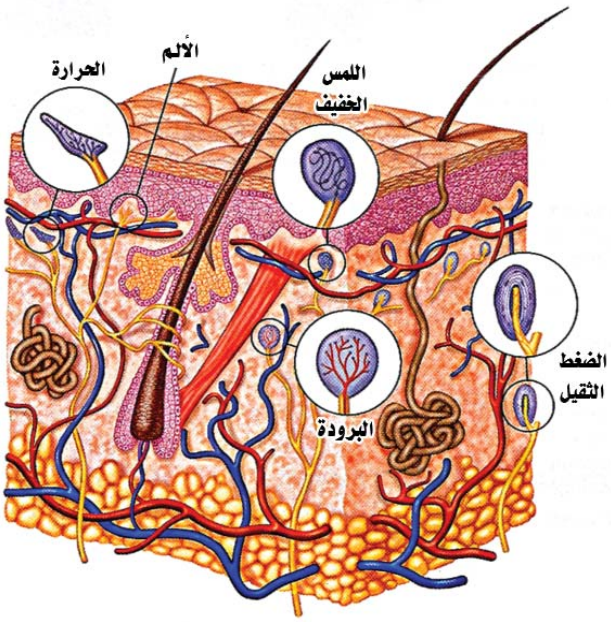
لا يستطيع الإنسان سماع الصوت الذي تردده أكثر من *20000 Hz/sec* ، في حين إن الدولفين يستطيع سماع الصوت ذي التردد *150000 Hz/sec* .

التوازن *Balance* :

بالإضافة إلى استقبال الصوت تحتوي الأذن الداخلية على مستقبلات للتوازن تتحسس التغيرات في اتجاه حركة الجسم ووضعه بالنسبة إلى الجاذبية الأرضية؛ إذ تختص القنوات الهلالية بالمسؤولية الكاملة لعملية التوازن نظرا لامتلائها بسائل، ولاحتوائها على خلايا شعرية *hair cells* تستجيب هذه الشعيرات لتغير حركة السائل بالنسبة إلى وضع الرأس،وهو ما يعمل على إرسال إشارات عصبية إلى المخ عبر العصب السمعي.

اللمس *Touch* :

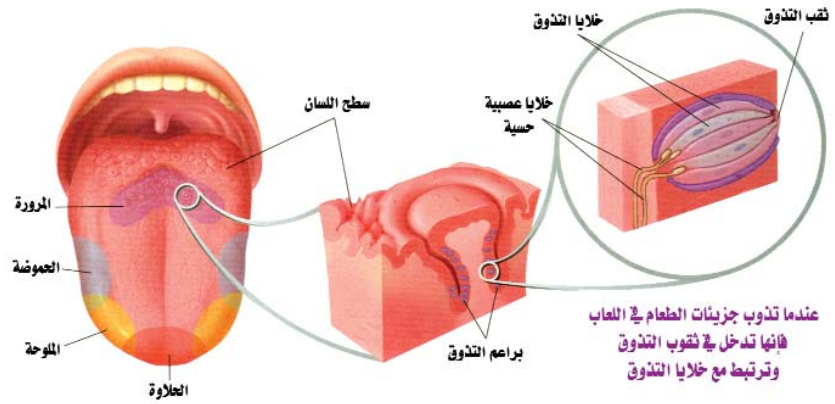
كما في الأذن يستجيب جلد الإنسان للمؤثرات الميكانيكية التي يتم تحويلها إلى سيالات عصبية ترسل للدماغ لتحليلها والرد عليها. يستجيب الجسم للبيئة المحيطة به من خلال استجابة المستقبلات الحسية الميكانيكية الموجودة في الجلد كاستجابة للتغير في درجة الحرارة، والضغط،والألم.يوضح الشكل (٣-١٥) الأنواع المختلفة من المستقبلات الحسية التي تنتشر في جلد الإنسان.



الشكل (٣- ١٥): المستقبلات الحسية في الجلد

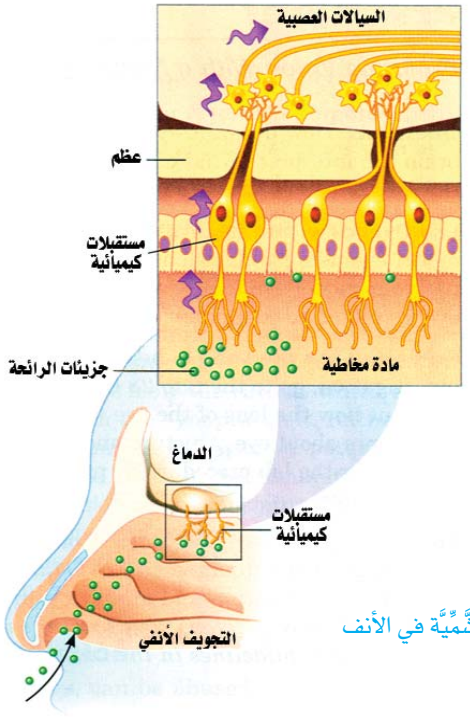
الشم والتذوق Smell and Taste :

هل سبق وأن أصبت بالزكام وفقدت حاسة التذوق؟ العلاقة بين حاستي الشم والتذوق قوية جدًا؛ وذلك لأن الدماغ يستقبل السيالات العصبية الحسية الخاصة بالتذوق من مستقبلات كيميائية تعرف ببراعم التذوق *taste buds* على سطح اللسان (الشكل ٣–١٦)، ومن الخلايا الشَّمِّيَّة *olfactory cells* (الشكل ٣–١٧)، الموجودة في الجزء العلوي من التجويف الأنفي. عندما نشم رائحة الطعام فإن المادة الكيميائية التي تكوِّن الرائحة تذوب في الغشاء الرطب المبطن للتجويف الأنفي،وهو ما يعمل على استثارته، وبالتالي إرسال إشارات عصبية إلى الدماغ، لإعطاء أمر الاستجابة المناسب.



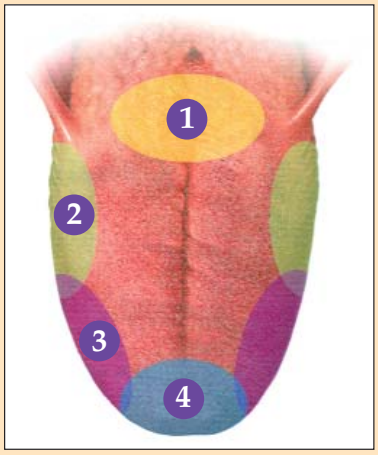
الشكل (٣- ١٦): براعم التذوق في اللسان

يوجد على سطح اللسان أربعة أنواع من مستقبلات التذوق تعمل على تذوق أربع مواد كيميائية أساسية: الحلو(السكريات)،الحامض (الأحماض)، المر (القواعد) والمالح (الأملاح).يبين الشكل (٣–١٦) مراكز تذوق الأطعمة على اللسان.



الشكل (٣- ١٧):الخلايا الشَّمِّيَّة في الأنف

اختبر فهمك ٥



من الشكل المجاور، ما الرقم الدال على طعم المواد التالية ؟

القهوة - الزبدة - العسل - الليمون - ملح الطعام.

٣-٧ العقاقير والجهاز العصبي *Drugs and the Nervous System*

العقاقير هي مواد طبيعية أو صناعية تستخدم لأغراض طبية تعالج بها الأمراض، وتخفف بها آلام المصابين. بعض هذه العقاقير قويٌّ جدًا وخطر إذا ما أسيء استعمالها لدرجة أن حيازتها تعتبر مخالفة للقانون كالكوكايين والهيروين، في حين إن بعضها يصرف كوصفة طبية من قبل الطبيب مثل الأنسولين.

يؤدي الجهاز العصبي عمله من خلال نقل السيالات العصبية من جزء إلى جزء آخر في الجسم. ويعتمد الجهاز العصبي على النواقل الكيميائية لنقل السيالات العصبية التي تعتبر جسر العبور في مناطق التشابك العصبي بين الخلايا العصبية أو بين الخلية العصبية والخلية المستهدفة. إن وجود العقاقير قد يُحدِث تداخلاً مع وظيفة النواقل الكيميائية، وبالتالي يؤثر في عمل الجهاز العصبي في الجسم.

معلومات تهمك

الإدمان : هو أن يتعود الفرد على التدخين أو تعاطي الكحول أو المخدرات أو أي مادة أخرى بحيث يشعر برغبة شديدة ومستمرة في الحصول على تلك المادة بأي وسيلة .

اقرأ الحالة التالية ثم أجب عن الأسئلة التي تليها .

لحظة مرعبة تلك التي فقد فيها سالم رفيق دربه سعيد حينما سقط مغشيا عليه في الصف وقد ازرق لونه وخرج الزبد من فمه بعد أن تعاطى جرعة زائدة من مادة الهيروين المخدرة.لقد كان الأمر مأساويا،ومشهدًا محزنًا جدًّا بالنسبة إلى سالم وباقي زملائه، الذين رأوا زميلهم يتخطفه الموت من بين أيديهم، تلك الجرعة التي أدت إلى وفاة سعيد شكلت نقطة تحول في حياة سالم وغيره من الشباب الذين يتعاطون المخدرات. بدأ سالم رحلة علاج غير مضمونة النتائج في مركز علاج المدمنين، بعدما كان مترددًا تجنبا للفضيحة.

لقد شكل موت سعيد صدمة كبيرة لذويه الذين لم يكونوا على علم بأن ابنهم يتعاطى المخدرات مع زملائه الذين كان يخرج معهم ليلا ويجلس لساعات متأخرة دون أن يسأله أحد.

ينضم سعيد ابن الثمانية عشر ربيعًا إلى شواهد قبور برزت في السنوات الأخيرة لعشرة طلاب آخرين في المدرسة تنسب وفاتهم إلى أسباب طبيعية وذلك لتجنب الفضيحة،وحديث الناس، خاصة في مجتمعنا المحافظ.

الأسئلة :

١– وضح كيف تؤثر المادة المخدرة على الجهاز العصبي ؟

٢– ابحث عن أنواع المخدرات وتأثيرها على الجهاز العصبي ؟

٣– ما طرق تناول المخدرات ؟

٤–هل تتفق مع سالم بذهابه إلى مركز معالجة المدمنين من المخدرات لتأهيله مرة أخرى للعودة لحياته الطبيعية ؟

٥– ما الطرق التي يجب اتباعها لحماية الشباب من الوقوع في فخ المخدرات ؟

٦– ما الآثار الاقتصادية والاجتماعية على الفرد والأسرة والمجتمع المترتبة على تناول المخدرات؟

٧– يرى بعضهم أن تعاطي الشيشة يعد مادة مخدرة ، ما رأيك في ذلك ؟

٨ – نفترض أنك تعرف صديقًا يتعاطى مخدرًا ما ، ما النصيحة التي تقدمها له للتوقف عن ذلك ؟

يمكن تقسيم العقاقير إلى:

المنبهات *Stimulants :*

هي مواد تزيد من نشاط الجهاز العصبي المركزي، حيث تعمل على زيادة نبضات القلب، وضغط الدم، ومعدل التنفس، بالإضافة إلى زيادة تحرير النواقل الكيميائية في بعض مناطق التشابك العصبي في الدماغ. ومن أمثلة هذه المنبهات الكوكايين *cocaine* ، والذي يؤدي الإدمان عليه إلى ضعف خلايا المخ، والانهيار العصبي، والهلوسة. والأمفيتامينات *amphetamines* مثال آخر على المنبهات وهي عقاقير تستخدم لعلاج السمنة لأنها تقلل من الشهية ، إلا أن الإدمان عليها قد يؤدي إلى الهلوسة والاضطرابات النفسية.

المهدئات *Depressants :*

هي مواد تقلل من نشاط الجهاز العصبي المركزي.من أمثلتها الكحول *alcohol* الذي يعد من المهدئات ذات التأثير القوي على الدماغ والكبد.كما أن له دورًا في الإصابة ببعض الأمراض القلبية، وبعض أنواع السرطانات. من الأمثلة الأخرى للمهدئات الباربيتورات *barbiturates* ، التي تستخدم لعلاج الاكتئاب والأرق. إن الإدمان على الباربيتورات قد يؤثر على الجهاز التنفسي والدوري.

المخدرات Narcotics :

معظم المخدرات هي من مشتقات الأفيون الذي يستخلص من ثمرة نبات الخشخاش(الشكل٣–١٨). تؤثر مشتقات الأفيون مباشرة على الدماغ. من أمثلتها المورفين *morphine*، والكوديين *codeine*، والهيروين *heroin*. يعمل المورفين والكوديين على التقليل من كفاءة الوظائف التي يؤديها جذع الدماغ، بالإضافة إلى منع السيالات العصبية الناقلة للإحساس بالألم، وهو ما قد يشعر مدمن هذه المواد بالنشاط والخفة. ويعد الهيروين أكثر المخدرات فاعلية وأسرعها في الإدمان، وله تأثير كبير على الجهاز العصبي المركزي، ويعمل على تقليل معدل التنفس ويبطئ نبضات القلب.

الشكل (٣– ١٨): نبات الخشخاش

الماريجونا Marijuana :

تستخرج الماريجوانا من نبات القنب *hemp plant* وهي عبارة عن خليط من الأجزاء الجافة من هذا النبات. تحتوي الماريجوانا على *400* مادة كيميائية قد تسبب العديد من التغيرات في الدماغ، ومن أضرارها اضطرابات الذاكرة والتعلم، وعدم القدرة على التركيز، ونقص هرمون الذكورة.

الحشيش Hashish :

يعد الحشيش *hashish* من أقوى المخدرات المستخلصة من أجزاء زهرة نبات القُنَّب وله نفس تأثير الماريجوانا.

التبغ Tobaco :

تستخلص مادة النيكوتين *nicotine* من نبات التبغ (الشكل ٣–١٩). ويعمل النيكوتين على زيادة ضغط الدم، ومعدل نبضات القلب، كما أنه يقلل من تدفق الأكسجين إلى أنسجة الجسم، ويقلل أيضا من كمية الدم التي تصل إلى الأطراف. النيكوتين ليست المادة الضارة الوحيدة التي توجد في التبغ؛ إن حرق التبغ ينتج مادة القطران *tars* التي تسبب تحسس الجهاز التنفسي مسببةً بذلك السعال، والتهاب الحنجرة.

واستخدام التبغ على المدى البعيد قد يؤدي إلى الإصابة بسرطان الرئة، أما النساء الحوامل اللاتي يدخِّن فهن أكثر عرضة للإجهاض من النساء غير المدخنات.

هناك اعتقاد لدى الكثيرين بأن تدخين الشيشة أقل ضررًا من تدخين السيجارة، وذلك لاعتقادهم بأن مرور دخان التبغ خلال الماء الموجود في قارورة الشيشة يعمل على ترشيح الدخان من المواد الضارة، وبالتالي تقليل الضرر الناجم عن تدخين الشيشة، وقد تبين خطأ هذا الاعتقاد من خلال تحليل الدخان الخارج من فم مدخن الشيشة، حيث وجد أنه يحتوي على نفس المواد الضارة والمسرطنة الموجودة في دخان السجائر، كما أثبتت الدراسات أن التدخين بالشيشة يسبب الإدمان، ويقلل من كفاءة أداء الرئتين لوظائفهما، كما قد يؤدي إلى حدوث سرطانات الرئة والفم والمريء والمعدة .

الشكل (٣- ١٩): نبات التبغ

اختبر فهمك ٦

١-ما الفرق بين وظيفة كلٍّ من المنبهات والمهدئات ؟

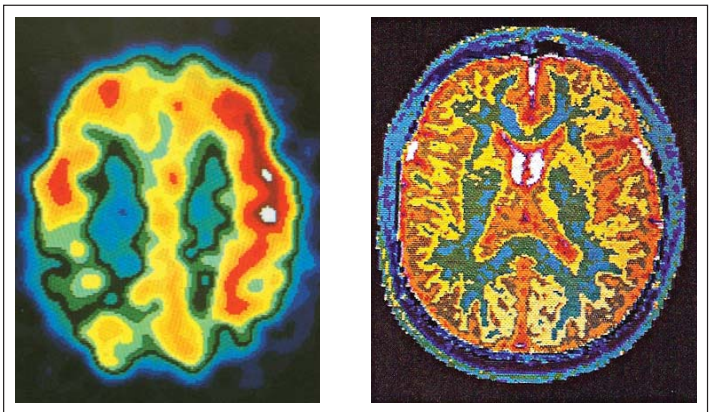
٢- ما أثر التدخين على جسم الإنسان؟

٣-٨ أمراض الجهاز العصبي *The Nervous system Diseases*

مرض الزهايمر *Alzheimer Disease*

من الأمراض العصبية التي تصيب كبار السن، ويسببه موت الخلايا العصبية التي تفرز مادة الاستيل كولين التي توجد في المنطقة المسؤولة عن الذاكرة في قشرة المخ (الشكل ٣-٢٠). في بداية المرض يظهر ضعف في الذاكرة وبخاصة الذاكرة قصيرة المدى.كما تطرأ تغيرات طفيفة على الشخصية ، فيفتقر المريض إلى التلقائية، ويبدي عدم مبالاة بالأشياء، ويميل إلى العزلة. ومع تطور المرض يبدو على المريض بعض الاضطرابات العقلية والسلوكية كالهيجان، وسرعة الانفعال، والعدوانية، وعدم القدرة على ارتداء الملابس بشكل صحيح. وفي مرحلة لاحقة يمكن أن يصاب المريض بالهذيان وفقدان القدرة على تحديد الزمان والمكان، ويعجز عن معرفة عنوانه أو تسميته.

لا يوجد علاج شافٍ لهذا المرض، لكن قد تستخدم بعض الأدوية التي تقلل من ضعف الذاكرة، ولكنها لا توقف موت الخلايا العصبية.



(أ) (ب)

الشكل (٣- ٢٠): صورة لدماغ شخص
(أ) سليم (ب) مصاب بمرض الزهايمر

معلومات تهمك

يقصد بالذاكرة *memory* القدرة على تخزين وتنظيم واسترجاع المعلومات من الخبرات السابقة في حياة الإنسان، ويشكل دماغ الإنسان عدة أشكال من الذاكرة: الذاكرة قصيرة المدى *short - term memory* تحتفظ بالمعلومات لفترة قصيرة. في المقابل تسترجع الذاكرة بعيدة المدى *long - term memory* معلومات مضى عليها وقت من الزمن قد يصل إلى شهور أو سنوات.

مرض باركنسون *Parkinson Disease*

من الأمراض الشائعة لدى كبار السن. ويعرف مرض باركنسون بأنه تلف لخلايا عصبية معينة في الدماغ تعرف بمسؤوليتها عن إفراز مادة الدوبامين الضرورية لتوازن الحركة لدى الإنسان، ولا يعرف سبب مباشر لتلف هذه الخلايا، وربما يكون للوراثة والعوامل البيئية علاقة بالإصابة بهذا المرض.

وتظهر أعراض مرض باركنسون في عدة أشكال من أهمها: الرعاش وهو اهتزاز لجزء أو أكثر من جسم الإنسان، التخشب (التصلب) وهو تيبس الجسم، وعدم القدرة على الإتيان بالحركة، بطء الحركة، وصعوبة المشي، وفقدان الاتزان.

يعتبر دواء ل–دوبا *L-dopa* ، العلاج الأولي والأساسي لمرض باركنسون، حيث يقوم بتعويض النقص في مادة الدوبامين، ويلعب التدخل الجراحي دورًا أساسيا في الحالات التي لا يمكن السيطرة عليها دوائيًا.

الصَّرع *Epilepsy*

هل سبق وأن شاهدت شخصًا في حالة نوبة صرع؟ ما الأعراض التي ظهرت عليه؟

في الوضع الطبيعي تنتج خلايا الدماغ بعض الطاقة الكهربائية التي ترسل عبر الأعصاب لتحريك العضلات. وفي حالات الصرع يفشل دماغ المريض في التحكم في إنتاج الطاقة الكهربائية، وبالتالي تحدث صدمة الصرع (نوبة الصرع)، حيث تُخرِج هذه الخلايا دفعة عنيفة ومفاجئة من الطاقة الكهربائية. ليس هناك سبب واضح لحدوث نوبات الصرع، لكن قد يكون الإرهاق والتوتر العاطفي من مسبباته.

أنواع الصَّرع :

هناك ثلاثة أنواع رئيسة من نوبات الصرع هي:

١- نوبة الصرع الكبير.

٢- نوبة الصرع الخفيف.

٣- النوبة النفسية الحركية.

ونوبة الصرع الكبير هي أكثر نوبات الصرع خطورة، يفقد المريض معها الوعي فجأة ويسقط ، وتتراخى العضلات، وتدوم النوبة دقائق معدودة يستغرق المريض بعدها في نوم عميق. أما في حالة نوبة الصرع الخفيف فيشحب لون المريض، ويفقد الوعي لثوان، ولكنه لا يسقط، وهذه تحدث عمومًا عند الأطفال. وفي النوبة النفسية الحركية يتصرف المريض بشكل انطوائي وغريب لعدة دقائق، وقد يجوب الغرفة جيئة وذهابًا أو قد يمزق ملابسه. ويعالج هذا المرض بتناول المهدئات ، وفي حالات نادرة يمكن أن يعالج بالجراحة. وفي بعض الحالات يمكن اتباع نظام حمية خاصة للتخلص من هذا المرض. وكلما كان العلاج مبكرًا كانت النتائج أفضل.

كيف تساعد شخصا ما عند تعرضه لنوبة صرع؟

١- التزام الهدوء. إنك لا تستطيع إيقاف النوبة متى بدأت. دع النوبة تأخذ مجراها ولا تحاول إنعاش الشخص الذي يتعرض لها.

٢- أترك الشخص على الأرض في وضعية يستريح بها وأرخِ ملابسه.

٣- حاول أن تبعد أية مواد صلبة أو حادة أو ساخنة قد تتسبب في إيذاء المصاب. وقد يكون من الضروري وضع وسادة أو أي شيء ناعم تحت رأس المصاب.

٤- ضع الشخص المصاب على جانبه لتسهيل تدفُّق اللُّعاب من فمه.

٥- لا تضع أي شيء في فم الشخص.

٦- بعد انتهاء النوبة يجب إتاحة الفرصة للشخص لتناول قسط من الراحة أو للنوم إذا لزم الأمر.

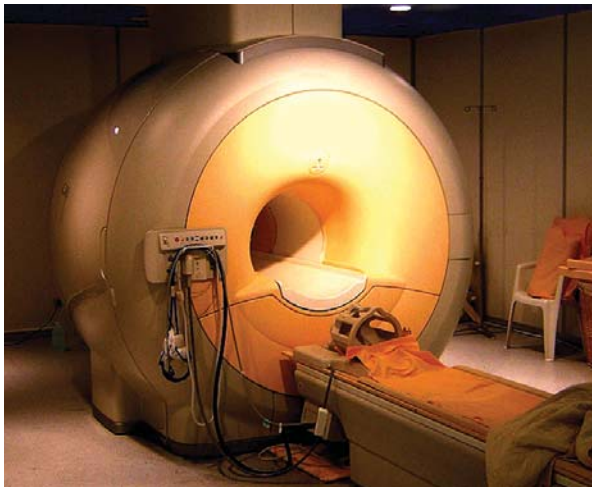
٧- بعد انتهاء فترة الراحة يعود معظم مثل هؤلاء الأشخاص إلى ما كانوا عليه قبل حدوث النوبة. وإذا لم يكن الشخص في بيته وكان لا يزال مترنحًا وضعيفًا أو مرتبكًا فإن من الأفضل مرافقته إلى بيته.

٨- في حالة إذا كان الشخص المتعرض للنوبة طفلاً فإن عليك الاتصال بوالديه أو بولي أمره.

٩- إذا استمر حدوث أو تكرار النوبات قبل أن يستعيد الشخص وعيه، أو إذا استمرت إحدى النوبات لأكثر من خمس دقائق، فيجب نقل الشخص المُصاب إلى أقرب مستشفى.

٣-٩ التقانات الحديثة والجهاز العصبي *Technology and The Nervous System*

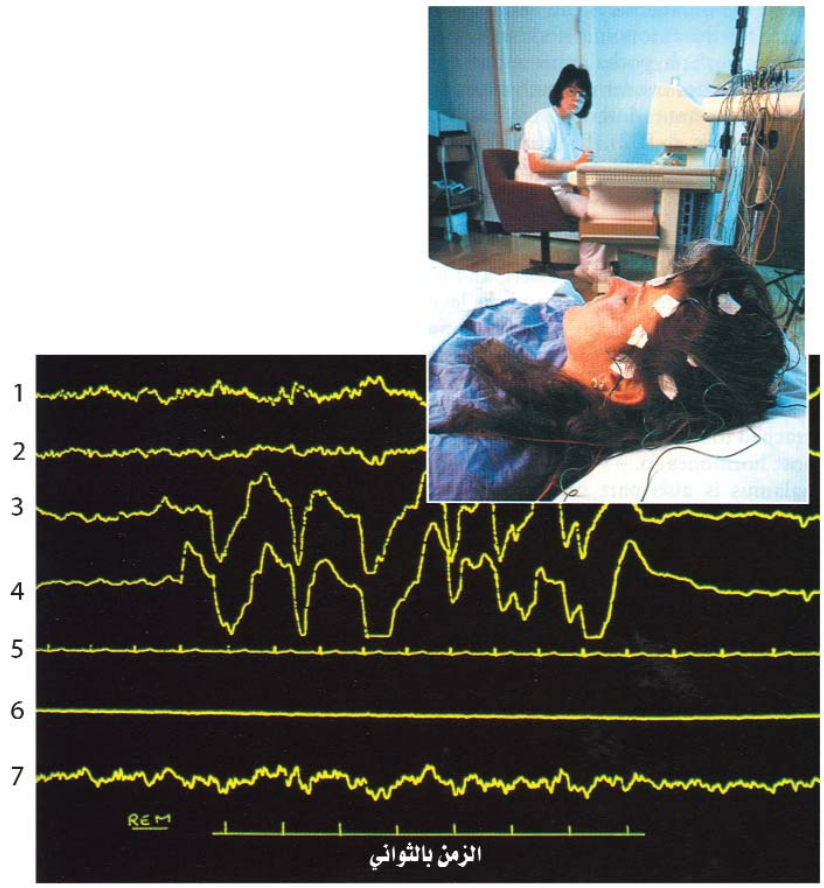
١- جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* هو جهاز تصوير يستخدم المجال المغناطيسي وأمواج الراديو للحصول على صور دقيقة وتفصيلية وثلاثية الأبعاد تمكن الطبيب من رؤية الأجزاء الداخلية لجسم الإنسان، كالأنسجة الرقيقة مثل الدماغ بدون استخدام أشعة اكس، الشكل (٣-٢١). ومن خلاله يمكن اكتشاف التغيرات التي قد تطرأ على بعض أعضاء الجسم نتيجة لمرض ما، وذلك مقارنةً بالأعضاء السليمة.



الشكل (٣- ٢١) : جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي

٢- ينتشر حاليا علاج قصر وطول النظر بأشعة الليزر، والليزر هو شعاع ضوئي خاص جدًا يصدر بطول موجة معينة، ويحمل طاقة ضوئية مركزة، يستعمل هذا الشعاع طبيًّا في علاج أمراض العيون بعد ربطه بجهاز كومبيوتر يتحكم به بشكل دقيق جدًّا فيصدره على هيئة طلقات متقطعة لا تتجاوز أجزاء من المليون من الثانية، ويسلط هذا الشعاع على قرنية العين كي يتفاعل مع أنسجتها، ويشكل فيها تغييرًا يعاكس سوء الانكسار الأصلي المتواجد لدى المريض، وبذلك تصل الصورة إلى شبكية العين واضحة ونقية.

٣–يستخدم جهاز تخطيط الدماغ *electroencephalogram (EEG)* لاختبار وقياس النشاط الكهربائي للدماغ، وذلك لتحديد مدى طبيعة أو اختلال هذا النشاط، إذ توضع مِجَسَّات كهربائية خاصة على رأس المريض موصلة بحاسوب كما في الشكل (٣–٢٢). يعمل الحاسوب على تسجيل هذا النشاط على الشاشة أو على أوراق على هيئة خطوط موجية.



الشكل (٣– ٢٢): مريضة موصلة بجهاز تخطيط الدماغ

ويوضح الشكل الأسفل الأمواج الدماغية للمريضة وهي نائمة، حيث يوضح 1و 2 نشاط الدماغ، و3 و4 حركة العينين، و5 نشاط القلب، و6 حركة عضلات الحنجرة، و7 حركة عضلات الرقبة.

أسئلة الفصل

◆ السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكل من المفردات الآتية :

١- أيٌ مما يلي لا يعتبر من أجزاء الجهاز العصبي الطرفي؟

أ- الحبل الشوكي
ب- المحور الأسطواني
ج- المستقبلات الحسية
د- الخلايا العصبية المحركة

٢- في أثناء جهد الفعل:

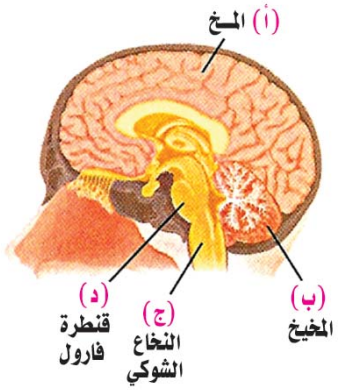
أ- تنتشر أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية العصبية.
ب- تنتشر أيونات الصوديوم إلى خارج الخلية العصبية.
ج- تنتشر أيونات البوتاسيوم إلى داخل الخلية العصبية.
د- لا تنتشر أيونات البوتاسيوم والصوديوم إلى داخل الخلية العصبية.

٣- تحت المهاد :

أ- هو جزء من الجهاز العصبي الطرفي.
ب- ينقل السيالات العصبية إلى قشرة المخ.
ج- ينظم الحركات.
د- ينظم المشاعر.

٤- من خلال الشكل المجاور :

ما الجزء المسؤول عن توجيه الحركة وحفظ التوازن في الدماغ :



٥- أي من المؤثرات التالية لا توجد مستقبلاتها الحسية في طبقة الأدمة في الجلد:

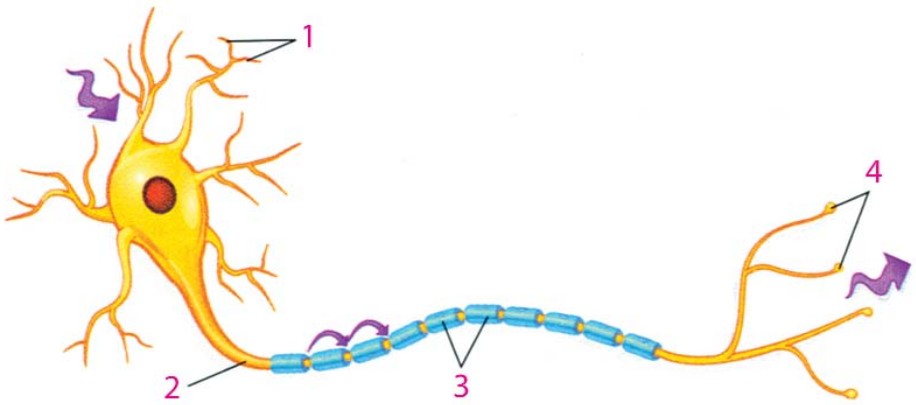
أ- الألم
ب- الضوء
ج- الضغط
د- الحرارة

◆ **السؤال الثاني : ادرس الشكل التالي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :**

أ– حدد البيانات المشار إليها بالأرقام 1 ، 2 ، 3 ، 4 .

ب– فسِّر كيف أن السيال العصبي ينتقل بسرعة أبطأ في حال غياب الجزء رقم 3 من الخلية العصبية.

ج– ما الذي يحدث عندما يصل جهد الفعل إلى الرقم 4 ؟



◆ **السؤال الثالث: أجب عن الأسئلة التالية :**

١– ما وظائف أجزاء الدماغ الثلاثة؟

٢–اختر ثلاثة أعضاء في جسم الإنسان، ووضح تأثير القسم السمبثاوي والباراسمبثاوي على كل عضو.

٣– وضح مبدأ الكل أو العدم.

٤– لماذا يكون الفعل المنعكس أسرع من الحركة الإرادية؟

٥– الفعل المنعكس سلوك تلقائي غير متعلم، ما إيجابيات هذا الفعل؟

٦– كيف تؤثر المواد المخدرة على نقل السيال العصبي ؟

٧– ما أنواع مستقبلات الحس الموجودة في الجلد؟

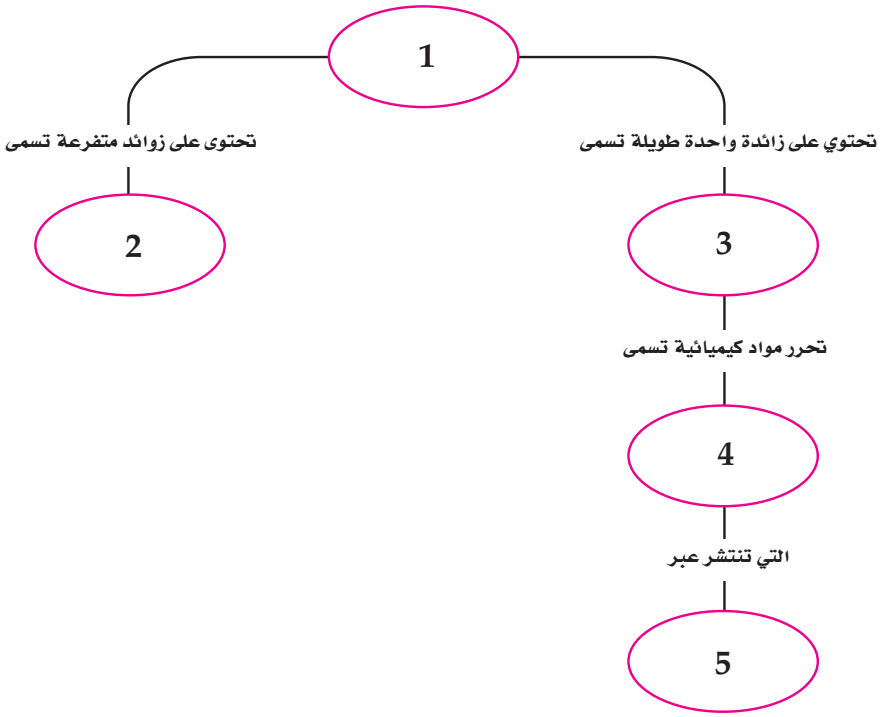
٨– ما الذي يعمل على تغير اتساع حجم البؤبؤ في العين؟

٩– دواء كتب عليه هذا التحذير " تجنب سياقة المركبة في أثناء تعاطيك لهذا الدواء لأنه يسبب النعاس ".
برأيك ما نوع العقار الذي يحتوي عليه هذا الدواء؟ فسِّر.

◆ السؤال الرابع : أجب عن الأسئلة التالية :

١- أكمل خارطة المفاهيم أدناه باستخدام المفاهيم التالية:

الخلايا العصبية، النواقل الكيميائية، المحور الأسطواني ، الشجيرات العصبية، مناطق التشابك العصبي.



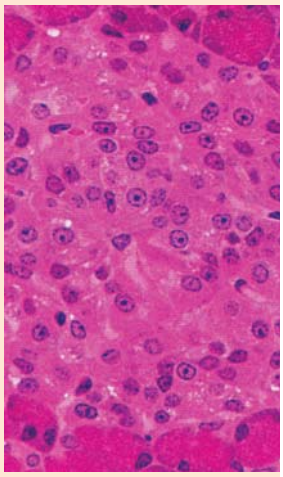
٢- استخدم المصطلحات التالية لتكوين خريطة مفاهيم مترابطة :

الجهاز العصبي، الحبل الشوكي، جذع الدماغ، الجهاز العصبي الطرفي، الدماغ، المخيخ، الجهاز العصبي المركزي، المخ.

التنظيم الهرموني
Endocrine Control

مقدمة

درست في الفصل السابق التنظيم العصبي وإفرازاته، ودوره في تنسيق وتنظيم عمل أجهزة الجسم المختلفة، إلا أنه لا يقوم بهذا الدور وحده، وإنما يتم ذلك بالتآزر مع التنظيم الهرموني *endocrine control* ، فيعملان معًا على ضبط وتنسيق العمليات الحيوية المختلفة بالجسم، كما يؤثر كل منهما على الآخر لذا يطلق عليهما أحيانا أجهزة التآزر.



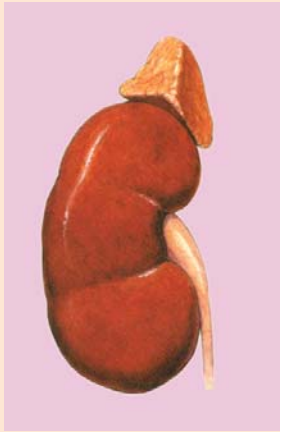
فيا ترى مم يتركب الجهاز الهرموني؟ وكيف يعمل؟ وكيف تستجيب أجهزة وأعضاء الجسم لإفرازات الجهاز الهرموني؟ وما الفرق بين التنظيم العصبي والتنظيم الهرموني؟ كل هذه الأسئلة وغيرها ستتعرف إجاباتها من خلال دراستك لهذا الفصل، وستستكشف المزيد من خصائص وآليات التنظيم الهرموني بجسمك.

الموضوعات الرئيسة

٤-١ : التنظيم الهرموني في الإنسان
٤-٢ : أهم الغدد الصماء في جسم الإنسان
٤-٣ : آليات استقبال وعمل الهرمونات
٤-٤ : تنظيم إفراز الهرمونات
٤-٥ : صحة الجهاز الهرموني
٤-٦ : تقانات حديثة في مجال الهرمونات

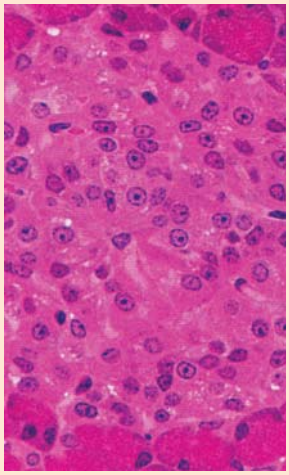
عناوين الاستكشافات

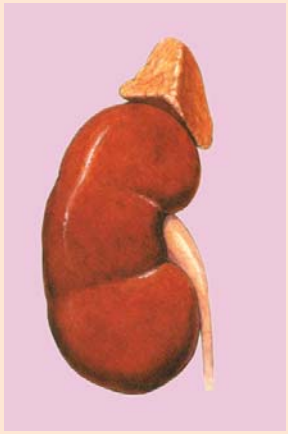
الاستكشاف (١) : تحديد مستوى السكر
الاستكشاف (٢) : ذوبانية المواد العضوية



مصطلحات علمية جديدة

١- التنظيم الهرموني — *Endocrine control*
٢- الغدد الصماء — *Endocrine glands*
٣- الغدد القنوية — *Exocrine glands*
٤- العضو المستهدف — *Target organ*
٥- التأثير الهرموني الذاتي — *Autocrine function*
٦- الغدة النخامية — *Pituitary gland*
٧- الغدة الدرقية — *Thyroid gland*
٨- القزمة — *Dwarfism*
٩- جزر لانجرهانز — *Islets of langerhans*
١٠- الغدد جارات الدرقية — *Parathyroid glands*
١١- الغدة الكظرية — *Adrenal gland*
١٢- النخاع — *Medulla*
١٣- القشرة — *Cortex*
١٤- آلية التغذية الراجعة السالبة — *Negative feedback mechanism*
١٥- آلية التغذية الراجعة الموجبة — *Positive feedback mechanism*
١٦- تضخم الغدة الدرقية — *Goiter*
١٧- السكري — *Diabetes*
١٨- العملقة — *Gigantism*
١٩- الغدة الصنوبرية — *Pineal gland*





مخطط الفصل الرابع : التنظيم الهرموني

٤-١ التنظيم الهرموني في الإنسان Endocrine Control in Human :

معظم الحيوانات تحتوي على جهاز عصبي، كما تحتوي أيضًا على جهاز هرموني، بينما تمتلك النباتات جهازًا هرمونيًا فقط ولا يوجد لديها تنظيم عصبي .

ويتكون الجهاز الهرموني في الإنسان من مجموعة من الغدد الصماء *endocrine glands* ؛ والغدة الصماء عبارة عن نسيج خلوي يختص بإفراز مادة كيميائية عضوية تعرف بالهرمون. ويصنف العلماء غدد الجسم حسب وجود القنوات فيها إلى :

* **غدد قنوية** *Exocrine glands* :

تصب إفرازاتها في قنوات خاصة إما داخل الجسم كالغدد اللعابية والحويصلة الصفراوية، وإما أنها تطرح إفرازاتها خارج الجسم كما في الغدد الدمعية *tear glands* ، والغدد العرقية *sweet glands*.

* **غدد لا قنوية(صماء)** *Endocrine glands* :

تصب إفرازاتها في الدم مباشرة، وتُعْرف هذه الإفرازات بالهرمونات *hormones* ، ومن أمثلتها الغدة النخامية والغدة الدرقية.

* **غدد مختلطة** *Mixed glands* :

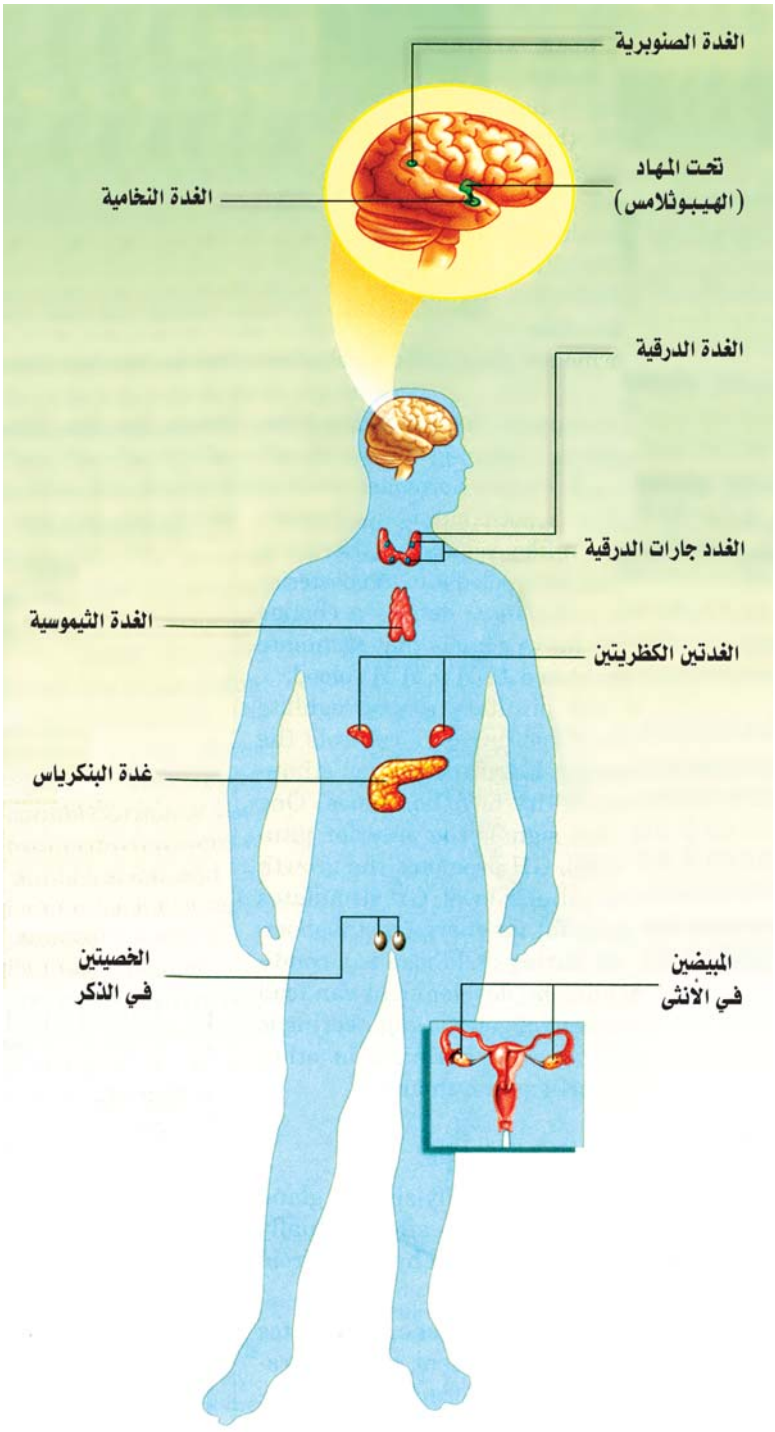
تجمع بين النوعين السابقين فتطرح إفرازاتها في قنوات، وبعضها الآخر يصبها مباشرة في الدم كالغدد الجنسية وغدة البنكرياس .

وتؤثر الهرمونات على الخلايا أو الأعضاء المستهدفة *target organs* بإحدى الحالات الآتية:

- عندما تكون الخلايا أو الأعضاء المستهدفة بعيدة عن مكان الإفراز : يتم نقل الهرمونات عبر الدم من الغدة المفرزة إلى الخلية أو العضو المستهدف مثل نقل هرمون الأوكسيتوسين *oxytocin* من الغدة النخامية إلى بطانة الرحم والغدد اللبنية في الأنثى.
- عندما يكون تأثيرها على خلية مجاورة للخلية المفرزة : كتأثير هرمون الإنسولين *insulin hormone* الذي يفرز من خلايا بيتا β–*cell* في البنكرياس ليؤثر على الخلايا المجاورة لها (خلايا ألفا $\propto$–*cell*).
- عندما يكون تأثيرها ذاتيًا *autocrine function* على نفس الخلايا التي أفرزتها: كهرمون الإستروجين المفرز من خلايا المبيض وله تأثير على نفس الخلايا بالمبيض.

٤-٢ أهم الغدد الصماء في جسم الإنسان *Major Endocrine Glands in Human Body* :

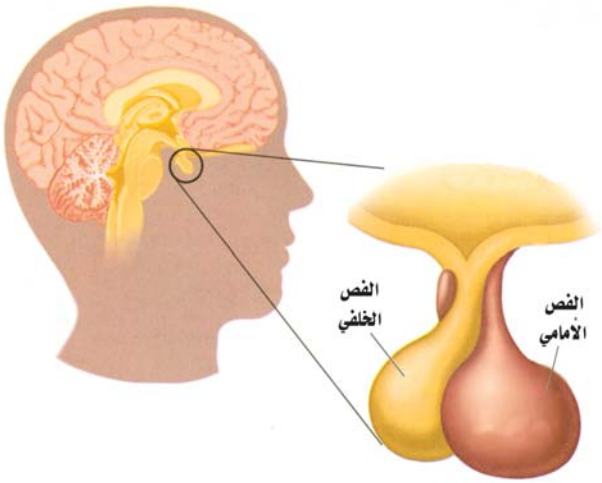
يوضح الشكل (٤-١) أهم الغدد الصماء في جسم الانسان وسنتناولها بالتفصيل فيما يلي :



الشكل (٤-١) : أهم الغدد الصماء في جسم الإنسان

أ - الغدة النخامية *Pituitary gland*

تقع الغدة النخامية عند قاعدة الدماغ في أسفل المخ، وهي بحجم حبة البازلاء ؛ إذ تتراوح كتلتها بين *0.5 – 1.0 g* تقريبا، وتعد أهم الغدد الصماء لسيطرتها على نشاطات الغدد الأخرى، تتكون من فصين: أمامي وخلفي.الشكل(٤–٢).تخضع الغدة النخامية لسيطرة منطقة تحت المهاد (الهيبوثلامس *hypothalamus* ، فمثلاً تفرز منطقة تحت المهاد هرمونا محفزًا لإفراز هرمون النمو *growth stimulating hormone(GSH)*، فيحث بدوره الغدة النخامية على إفراز هرمون النمو *growth hormone(GH)* ، الذي يعمل على تنظيم نمو الجسم،عن طريق تأثيره في بناء البروتينات ونمو العظام والغضاريف،ويؤدي نقص هرمون النمو في المراحل المبكرة إلى حالة القزمة *dwarfism* ، في حين تؤدي زيادته بهذه المرحلة إلى العملقة *gigantism* . الشكل (٤–٣) .



الشكل (٤–٢) : الغدة النخامية

الشكل (٤–٣) : تأثير هرمون النمو

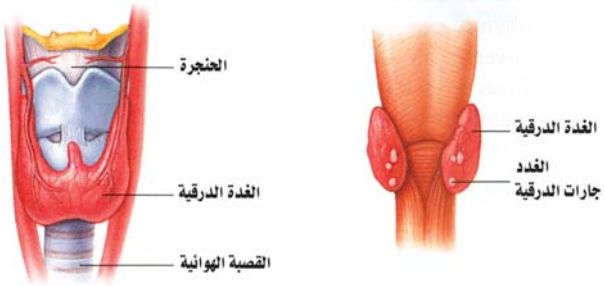
ويوضح الجدول (٤–١) هرمونات فصي الغدة النخامية .

الهـــرمـــون	النسيج المستهدف	الـوظـيـــفـــة
هرمونات الفص الأمامي *Anterior pituitary hormones*		
١– الهرمون المنشط للغدة الدرقية *Thyroid stimulating hormone (TSH)*	الغدة الدرقية.	– يوجه نشاط الغدة الدرقية، ويحفزها على إفراز هرمون الثيروكسين وثلاثي يود الثايرونين.
٢– هرمون النمو *Growth hormone (GH)*	عـــامّـــة الجســـم وخـاصـة الـعـظـام والعضلات.	– يسيطر على عملية نمو الجسم وزيادة حجمه.
٣– الهرمون المنشط لقشرة الغدة الكظرية *Adrenocorticotropic hormone (ACTH)*	قشرة الغدة الكظرية.	– يحث قشرة الغدة الكظرية على إفراز هرموناتها .
٤– الهرمون المنشط للحويصلة *Follicle stimulating hormone (FSH)*	الخصيتان والمبيضان.	– في الذكر: ينشط الأنابيب المنوية لتعمل على إنتاج الحيوانات المنوية. – في الأنثى: يعمل على إنضاج الحويصلة داخل المبيض.
٥– الهرمون المنشط للجسم الأصفر *Luteinizing hormone (LH)*	الخلايا البينية في الخصية والحويصلات في المبيض.	– في الذكر : يحفز إنتاج هرمون الذكورة. – في الأنثى : يعمل على إتمام نضج الحويصلة ثم تكوّن الجسم الأصفر.
٦– الهرمون المنشط لصبغة الميلانين *Melanocyte stimulating hormone(MSH)*	الخلايا المنتجة لصبغة الميلانين.	– يؤثر في تكوين صبغة الجلد (الميلانين).
٧– الهرمون المنشط لإدرار الحليب *Prolactin releasing hormone (PRH)*	الغدد اللبنية في الثديين .	–يحفز نمو غدد الثديين أثناء الحمل وتنشيط إفراز الحليب بعد الولادة مباشرة.
هرمونات الفص الخلفي *Posterior pituitary hormones*		
١– الهرمون المانع لإدرار البول *Antidiuretic hormone (ADH)*	– الأنابيب الجامعة في الكلية. – الأوعية الدموية.	– يسيطر على عملية امتصاص الماء في الكلية. – يحفز انقباض الأوعية الدموية .
٢– هرمون الأوكسيتوسين *Oxytocin*	– الرحم. – الغدة اللبنية.	– يحفز انقباض عضلات الرحم أثناء عملية الولادة. – يحفز الغدد اللبنية على إنتاج وإفراز الحليب أثناء الرضاعة.

الجدول (٤–١) هرمونات فصي الغدة النخامية .

ب - الغدة الدرقية *Thyroid gland*

توجد في منطقة العنق أمام الحنجرة والقصبة الهوائية، وتعد أكبر الغدد الصماء حجما، فكتلتها تتراوح بين 25 - 30 g الشكل (٤-٤)،ومن أهم الهرمونات التي تفرزها الغدة الدرقية :



الشكل (٤-٤) : الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية

- هرمون الثيروكسين *Thyroxine hormone*

ينشط هرمون الثيروكسين العمليات الأيضية في خلايا الجسم،كما ينظمعمليات النمو والتمايز لمعظم خلايا الجسم لاسيما نمو العظام والشعر؛حيث تفرز الغدة النخامية هرمونا منشطا للغدة الدرقية *thyroid stimulating hormone (TSH)* ليحثها على إفراز هرموني الثيروكسين *thyroxin* وثلاثي يود الثايرونين *tri-iodothyronine* ،اللذين يسيطران على عمليات الأيض، حيث ينشطان عمليات الأكسدة الغذائية في الخلايا لإنتاج الطاقة بالجسم.

وتسبب زيادة إفراز هرمون الثيروكسين زيادة عمليات الأكسدة الغذائية، وهو ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم، وزيادة سرعة نبضات القلب، وارتفاع ضغط الدم، كما يؤدي نقص إفرازه في مراحل مبكرة من النمو إلى قصر القامة، وتأخر النمو العقلي، وضعف النضج الجنسي.

- هرمون الكالسيتونين *Calcitonin hormone*

يفرز من خلايا متخصصة في الغدة الدرقية تدعى بـخلايا *C-cells* الذي يعمل على تنظيم مستوى أيونات الكالسيوم في الدم.

ويدخل اليود في تركيب جميع هرمونات الغدة الدرقية، الذي يحصل عليه الجسم من المأكولات البحرية، ومن ملح الطعام المضاف إليه اليود، وقد يؤدي نقص اليود بالجسم إلى تضخم الغدة الدرقية *goiter*.

معلومات تهمك

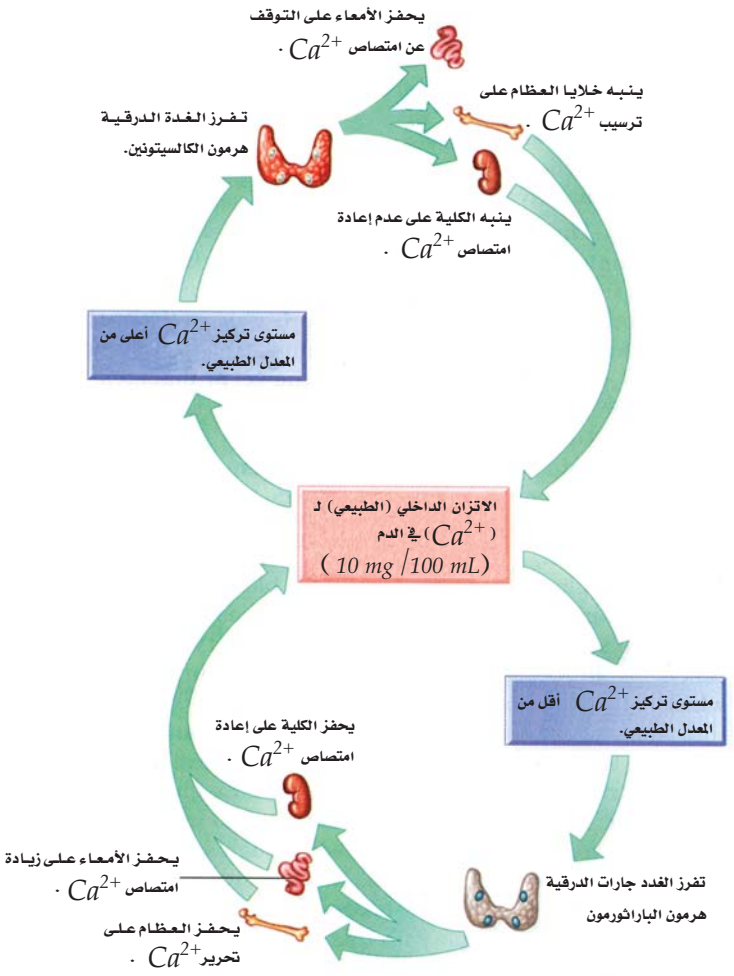
تبنت السلطنة سياسة إضافة اليود إلى ملح الطعام؛ لتعزيز الصحة العامة والوقاية من مضاعفات نقص اليود، لذا يجب التأكد من استعمالك للملح المضاف إليه اليود، مع حفظه بعيدا عن أشعة الشمس والحرارة العالية والأماكن الرطبة، وأن لا تتجاوز صلاحية استخدامه أكثر من ستة أشهر.

ج - الغدد جارات الدرقية *Parathyroid glands*

تظهر على شكل أربع غدد صغيرة جدا، ملتصقة بالسطح الخلفي للغدة الدرقية، وتفرز هرمون الباراثورمون *parathormone* الذي يعمل مع هرمون الكالسيتونين *calcitonin* على تنظيم مستوى تركيز الكالسيوم في الدم؛ فعند نقص أيونات الكالسيوم في الدم يفرز هرمون الباراثورمون، ليحث خلايا العظام على تحرير أيونات الكالسيوم في الدم وامتصاصها من الأمعاء والكلى، وزيادة تركيزها إلى حد معين، وعند ارتفاع تركيزها في الدم عن الحد الطبيعي لها (*10 mg /100 mL* من الدم) يحفز الغدة الدرقية لتفرز هرمون الكالسيتونين الذي يثبط خلايا العظام لمنعها من تحرير تلك الأيونات في الدم، وعدم امتصاصها من الأمعاء والكلى، وليعمل على تخزينها في العظام، وبالتالي يعيد تركيزها في الدم إلى وضعه الطبيعي الشكل(٤-٥).

إن الزيادة في إفراز هرمون الباراثورمون تؤدي إلى لين العظام وسهولة تعرضها للكسر، علل ذلك؟

أما نقص إفرازه تسبب نقصان الكالسيوم بالدم وبالتالي تؤدي إلى تشنجات عصبية وانقباضات عضلية متتالية بالجسم .



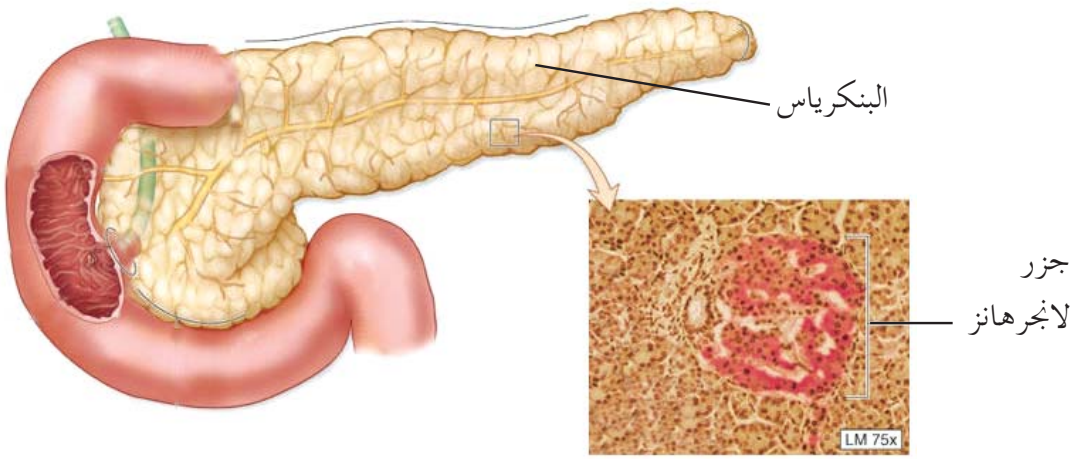
الشكل (٤- ٥) : تنظيم مستوى أيونات الكالسيوم في الدم

اختبر فهمك ١

١– قارن بين هرموني الباراثورمون والثيروكسين من حيث :
– مكان الإفراز.
– الوظيفة.
– أثر الزيادة والنقصان في إفرازهما.
٢– ما أثر زيادة إفراز هرمون النمو(*GH*) بعد سن البلوغ ؟

د- غدة البنكرياس *Pancreas gland*

تعلمت سابقًا بأن غدة البنكرياس غدة مختلطة، تقع تحت المعدة ، وتحتوي على تجمعات من الخلايا تعرف بجزر لانجرهانز *islets of langerhans* وتشمل : خلايا بيتا *β–cell* التي تفرز هرمون الإنسولين *insulin* ، وخلايا ألفا *∝–cell* التي تفرز هرمون الجلوكاجون *glucagon* ، ليعملا على تنظيم نسبة سكر الجلوكوز في الدم. الشكل (٤–٦).

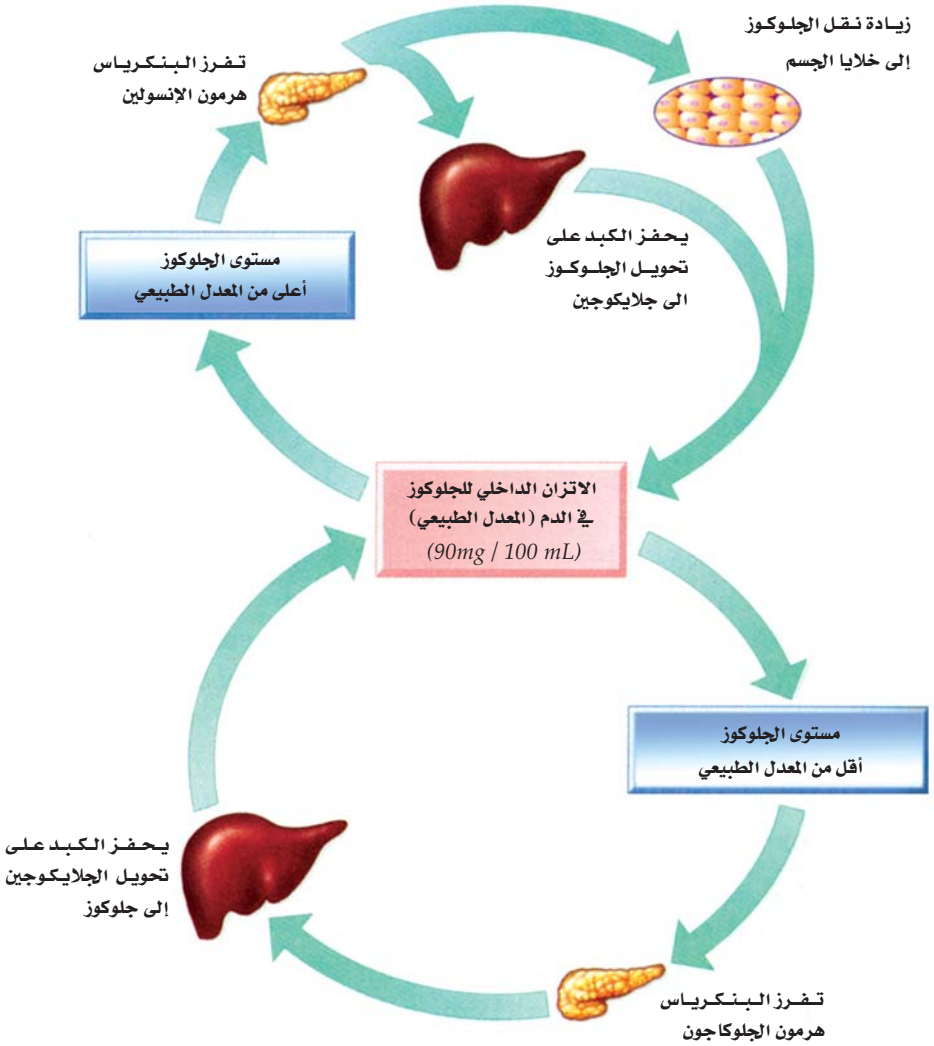


الشكل (٤– ٦) : غدة البنكرياس

معلومات تهمك

–غدة البنكرياس بالإضافة إلى كونها غدة صماء فهي غدة ملحقة بالجهاز الهضمي، تفرز إنزيمات هاضمة في قناة الإثنى عشر.
–سميت جزر لانجرهانز بهذا الاسم نسبة إلى الطبيب الألماني الذي اكتشفها بول لانجرهانز عام ١٨٦٩م .

فبعد تناول وجبة من الطعام يرتفع مستوى الجلوكوز بالدم ، فيحث خلايا بيتا $\beta-cell$ في البنكرياس لإفراز هرمون الإنسولين الذي يعمل على زيادة نقل الجلوكوز من الدم إلى الخلايا وتحفيز الكبد لتحويل الجلوكوز إلى جلايكوجين؛ فيقل مستوى تركيزه في الدم، وعندما يستمر نقص الجلوكوز في الدم ـ ما سبب هذا النقص؟ ـ يحفز خلايا ألفا $\propto-cells$ لإفراز هرمون الجلوكاجون *glucagon*، الذي يحوّل الجلايكوجين المخزون في الكبد إلى جلوكوز، وهو ما يؤدي إلى رفع مستوى الجلوكوز في الدم مرة أخرى وهكذا. الشكل (٤-٧) .



الشكل (٤-٧) : تنظيم السكر في الدم

تحديد مستوى السكر

سؤال علمي: كيف يمكنك تحديد مستوى السكر؟

المواد والأدوات:
- كاشف بندكت
- دليل الألوان
- أنبوبة اختبار عدد (3)
- حامل أنابيب اختبار
- مخبار مدرج سعة 10 mL
- عصير ليمون طازج
- عصير عنب طازج
- عصير تفاح طازج
- حمام مائي

لون المحلول	كمية السكر في الغذاء
أزرق	لا يوجد
أزرق – أخضر	ضئيلة
أخضر	متوسطة
أصفر	كبيرة
برتقالي	كبيرة جدا

دليل الألوان

إجراءات الأمن والسلامة :

ارتد اللباس المخبري والنظارات الواقية.

الإجراءات:

١– ضع 4 mL من عصير العنب الطازج في أنبوبة اختبار .

٢– أضف 1 mL من كاشف بندكت إلى أنبوبة الاختبار ثم حرك المزيج.

٣– سخن أنبوبة الاختبار بوضعها في الحمام المائي على درجة حرارة 80 °C لمدة (2 – 3) دقائق ولاحظ تغير اللون.

٤– قارن لون المزيج بدليل الألوان .

٥– كرر الخطوات من (١–٤) مستخدمًا عصير الليمون الطازج، وعصير التفاح الطازج بدلا من عصير العنب الطازج.

التحليل والتفسير:

١– أي العصائر التي استخدمتها كان أعلى في نسبة السكر ؟

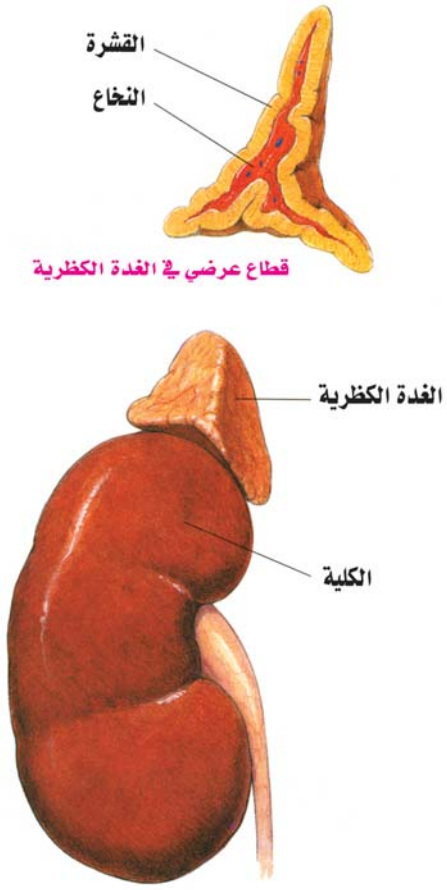
٢– لماذا يُنصح مصابو السكر بشرب بعض العصائر الطازجة بدلاً من تناول الأطعمة التي بها نسبة عالية من السكر ؟

٣– أي العصائر المذكورة تكون أفضل لمرضى السكري ؟ ولماذا ؟

قم بتنفيذ الدرس العملي الرابع

هـ - الغدة الكظرية *Adrenal gland*

تقع الغدة الكظرية فوق الكلية ، لذا يطلق عليها أحيانًا بالغدة فوق الكلوية ، وتتكون من جزأين هما: القشرة *cortex*، والنخاع *medulla* وكل جزء يعد غدة مستقلة بحد ذاته وله إفرازاته الخاصة. الشكل (٤-٨).



الشكل (٤- ٨): الغدة الكظرية

أ- القشرة *Cortex*

تفرز القشرة ثلاثة أنواع من الهرمونات وهي :

١- الهرمونات السكرية *Glucocorticoids*

وتتحكم في عمليات أيض الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ،مثل هرمون الكورتيزول *cortisol*، وهرمون الكورتيكوستيرون *corticosterone*.

٢- الهرمونات المعدنية *Mineralocorticoids*

وتختص بتنظيم الماء والأملاح بالدم، كما تحفز عملية إعادة امتصاص أيونات الصوديوم والكلور في الكلية . من أهمها هرمون الألدوستيرون *aldosterone* .

٣- الهرمونات الجنسية *Sex hormones*

من أمثلتها الهرمونات التي تعمل على إظهار مظاهر البلوغ الثانوية لدى كل من الجنسين، كهرمون التستوستيرون *testosterone* عند الذكر، وهرمون الإستروجين *estrogen* عند الأنثى.

ب- النخاع *Medulla*

يقوم هذا الجزء من الغدة بإفراز هرموني :

– الأدرينالين *adrenaline* (إبينفرين *epinephrine*).

– النورأدرينالين *noradrenaline* (نورإبينفرين *norepinephrine*).

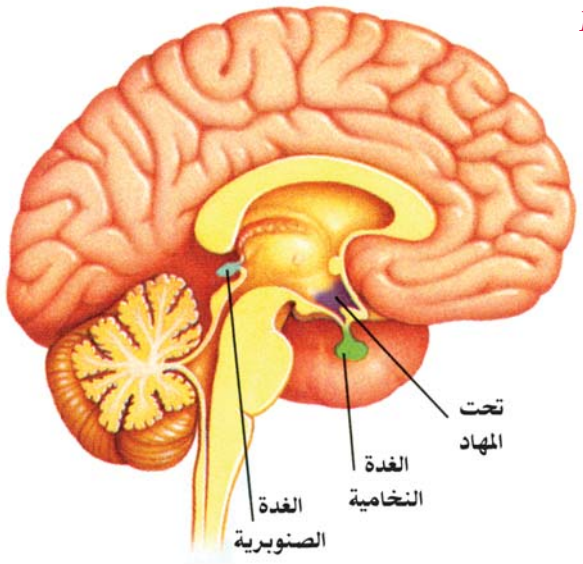
حيث يعملان في الحالات الانفعالية الطارئة للجسم ، والتي تعرف بحالات الكرّ أو الفرّ *fight or flight*. هل لاحظت التغيرات التي تحدث بجسمك أثناء تعرضك لموقف محرج أو مخيف؟ لماذا تحدث تلك التغيرات ؟ وكيف يعود جسمك بعدها إلى وضعه الطبيعي ؟ ينظم الجهاز العصبي إفراز هرموني نخاع الغدة الكظرية ، فعند تعرض الجسم لتلك الحالات الطارئة كالخوف والغضب والدفاع ، تزداد سرعة نبضات القلب وسرعة التنفس، وترتفع نسبة السكر في الدم ويزداد ضغطه وتدفقه للدماغ والعضلات الهيكلية، كما يجف الفم، وتتسع حدقة العين، ليعمل الجسم على مواجهة تلك الحالات.

و- الغدة الزعترية (الثيموسية) *Thymus gland*

توجد الغدة الثيموسية أعلى الصدر عند تفرع القصبة الهوائية في مرحلة الطفولة، ثم تبدأ بالضمور مع تقدم العمر حتى تختفي، وتفرز هرمون الثيموسين *thymosin* ، الذي يقوم بدور مهم في بناء مناعة الجسم، ويساعد على تمايز الخلايا اللمفية، وتكوين الخلايا التائية *T-cell*.

ز- الغدة الصنوبرية *Pineal gland*

تقع الغدة الصنوبرية بين فصي المخ، وهي صغيرة الحجم إذ تبلغ كتلتها *0.1 g* ، ويطلق عليها أحيانا بالجسم الصنوبري *pineal body* . الشكل(٤–٩)، وتفرز هرمون الميلاتونين *melatonin*، الذي يؤثر على لون الجلد ، كما أن لهذه الغدة دورا مهما في النضج الجنسي للفرد.



الشكل (٤–٩) الغدة الصنوبرية

ح- الغدد التناسلية *Sex glands (Gonads)*

تفرز الغدد التناسلية (الخصى والمبايض) هرمونات جنسية تؤدي إلى التمايز الجنسي بين الذكر والأنثى،حيث تفرز الخصية *testis* الهرمونات الجنسية الذكرية التي تعرف بالأندروجينات *androgens*، كما يفرز المبيض *ovary* الهرمونات الجنسية الأنثوية التي تعرف بالإستروجينات *estrogens* ، وسوف تدرسها إن شاء الله في الفصل الدراسي الثاني.

اختبر فهمك ٢

١- لماذا تضمر الغدة الثيموسية في نهاية مرحلة الطفولة ؟

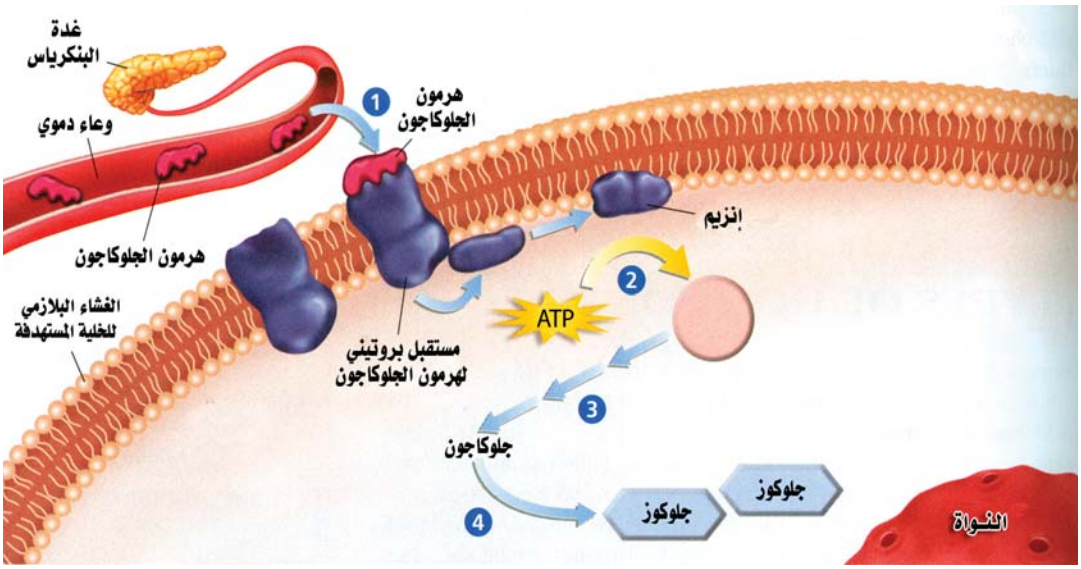
٢- وضح مظاهر البلوغ الثانوية في الذكر والأنثى التي تعمل الهرمونات الجنسية على إظهارها ؟

٤-٣ آليات استقبال وعمل الهرمونات *Reception and Action Hormones Mechanisms*

تعلمت أن الهرمونات تصل إلى كل أجزاء الجسم ، إلا أنه لا يستجيب لها سوى الخلايا المستهدفة *target cells* ، فعندما يصل الهرمون إلى تلك الخلايا فإنه يرتبط مع مستقبلات *receptors* متخصصة فيها، ويعتمد هذا التأثير على التركيب الكيميائي للهرمون نفسه ، فمعظم الهرمونات ببتيدية (بروتينية) *peptide hormones*، وقليل منها ينتمي إلى مجموعة الهرمونات الستيرويدية (الدهنية) *steroid hormones* ، ولكل من المجموعتين من الهرمونات آلية استقبال وعمل تختلف عن الأخرى.

أ - آلية استقبال وعمل الهرمونات الببتيدية :

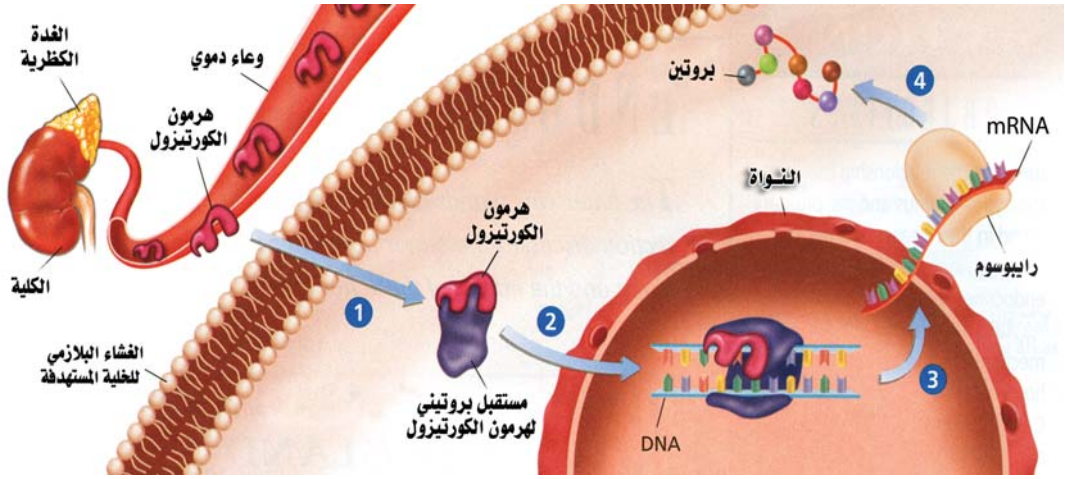
عند وصول هذه الهرمونات إلى الخلية تتحد مع المستقبل الموجود على غشاء الخلية ، إذ أنها لا تستطيع عبور الغشاء البلازمي للخلية. ما السبب؟، وينتج عن هذا الارتباط تنشيط إنزيمات في الغشاء البلازمي تعمل على إحداث الاستجابة المناسبة. ومن أمثلة الهرمونات الببتيدية الهرمونات المفرزة من الغدة الدرقية الثيروكسين، وثلاثي يود الثايرونين، والكالسيتونين . الشكل (٤- ١٠) .



الشكل (٤-١٠) : آلية عمل الهرمونات الببتيدية

ب - آلية استقبال وعمل الهرمونات الستيرويدية :

تذوب هذه الهرمونات في الليبيدات، لذا لها القدرة على الدخول عبر غشاء الخلايا المستهدفة، حيث ترتبط بمستقبلات خاصة داخل سيتوبلازم الخلية فتكون مركبًا معقدًا يدخل نواة الخلية فينبه جينات معينة لتحدث الاستجابة المناسبة، ومن أمثلتها الهرمونات المفرزة من قشرة الغدة الكظرية كهرمون الكورتيزول والألدوستيرون الشكل (٤-١١).



الشكل (٤-١١) : آلية عمل الهرمونات الستيرويدية

ذوبانية المواد العضوية

سؤال علمي: أي المواد العضوية يذوب في الماء وأيها يذوب في الدهون ؟

المواد والأدوات:
- كأس زجاجية سعة 100 mL عدد(2).
- ميزان .
- جيلاتين (بروتين).
- ماء .
- زيت طعام .
- ملعقة صغيرة .
- أقراص فيتامين (هـ) أو (أ) .

الإجراءات:
١- ضع 75 mL من الماء في الكأس الأولى .
٢- زن 2.5 g من الجيلاتين (بروتين) وضعها في الكأس الأولى، ثم حرك المزيج وسجل ملاحظاتك.
٣- ضع 75 mL من زيت الطعام في الكأس الثانية، ثم أضف إليها 2.5 g من الجيلاتين، وحرك المزيج وسجل ملاحظاتك.
٤- كرر الخطوات من (١-٣) مستخدما أقراص فيتامين (هـ) بدلاً من الجيلاتين، وسجل ملاحظاتك.

التحليل والتفسير:
١- أي المواد(البروتين، فيتامين هـ) يذوب في الماء وأيها يذوب في الدهون؟ فسِّر إجابتك .
٢- ما علاقة ذوبانية المواد العضوية بآلية استقبال الهرمونات في الخلية المستهدفة ؟

اختبر فهمك ٣

١- تدخل الهرمونات الستيرويدية إلى الخلية مباشرة بينما لا تتمكن الهرمونات البروتينية من ذلك .فسِّر إجابتك .
٢- قارن بين التنظيم العصبي والتنظيم الهرموني ؟

٤-٤ تنظيم إفراز الهرمونات *Regulation of Hormones Secretion*

عرفت أن الهرمونات تفرز بكميات ضئيلة نسبيًا، بالرغم من أهميتها الكبيرة لجسم الكائن الحي، ولكي تقوم الهرمونات بمهامها لا بد أن تتوافر في الجسم بتركيز معين؛ حيث يتحكم الجسم في ذلك التركيز بطرق مختلفة هي:

١- تغير تركيز بعض الأيونات في الدم: مثل تغير تركيز أيون الكالسيوم الذي يحث الغدة الدرقية والغدد جارات الدرقية على إفراز هرموني الكالسيتونين والباراثورمون .

٢- تغير تركيز بعض المواد الغذائية في الدم : يؤثر في إفراز بعض الهرمونات تغير تركيز المادة الغذائية بالدم ؛ فمثلا عند ارتفاع تركيز الجلوكوز بالدم بعد تناول وجبة غذائية غنية بالمواد الكربوهيدراتية فإن ذلك يؤدي إلى زيادة إفراز هرمون الإنسولين بينما نقص الجلوكوز يحث إفراز هرمون الجلوكاجون .

٣- تحكم الجهاز العصبي بإفرازات بعض الغدد الصماء : فمثلا يتحكم تحت المهاد (الهيبوثلامس) في إفرازات الغدة النخامية، كم يتحكم الجهاز العصبي في إفراز هرمونات نخاع الغدة الكظرية (الأدرينالين والنورأدرينالين) .

٤- تحكم الغدة الصماء بإفرازاتها أو إفرازات غدد صماء أخرى : مثل تحكم الغدة النخامية بإفرازات الغدد الصماء الأخرى كالغدة الدرقية والغدة الكظرية والغدد التناسلية، وقد تتحكم الغدة بنفسها في إفرازاتها مثل تلك الهرمونات المفرزة من خلايا ألفا وبيتا في غدة البنكرياس .

تتحكم الغدة الصماء بإفرازاتها أو إفرازات غدد صماء أخرى من خلال آلية التغذية الراجعة *feedback mechanism* .

آلية التغذية الراجعة *Feedback mechanism*

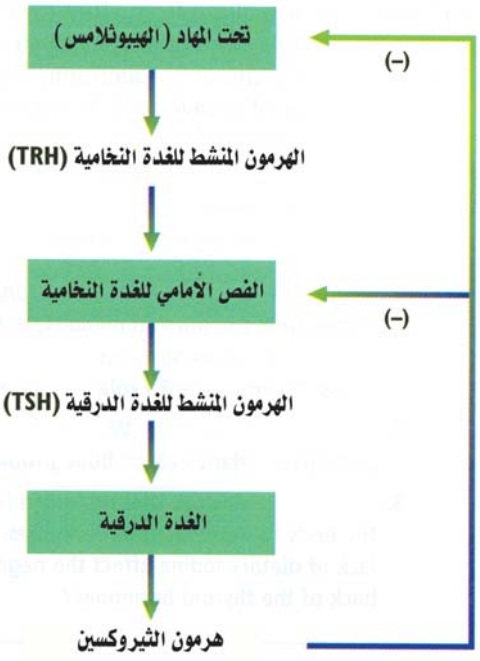
تنظم عملية إفراز الهرمونات بعدة آليات، وأكثرها شيوعا آلية التغذية الراجعة التي تتم بنوعين هما :

★ آلية التغذية الراجعة السالبة (المثبطة) *Negative feedback mechanism* :

وهي العملية التي تحدث عند ارتفاع نسبة تركيز الهرمون في الدم الذي يؤثر بصورة عكسية على الغدة المعنية فيثبط نشاطها، ويقلل من إفرازها للهرمون، فتنخفض نسبة تركيزه إلى المستوى الطبيعي، وعندها يزول التأثير السلبي للغدة، فتستأنف إفرازها للهرمون وهكذا.

تنظم هذه الآلية معظم إفرازات الغدد الصماء، والمثال عليها الهرمون المفرز من تحت المهاد (الهيبوثلامس) *thyrotropin releasing hormone (TRH)* الذي يحفز الغدة النخامية لإفراز الهرمون المنشط للغدة الدرقية *thyroid stimulating hormone (TSH)* والذي بدوره يحفز

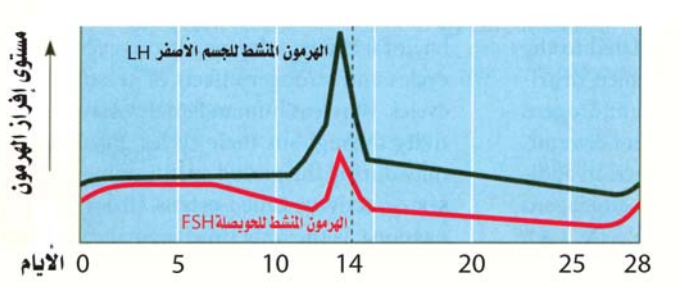
الغدة الدرقية على إفراز الثيروكسين، وتؤدي زيادة الأخير (الثيروكسين) إلى التأثير مرة أخرى في الغدة النخامية لتثبيط إفرازها للهرمون المنشط للغدة الدرقية، وبالتالي يقل إفراز هرمون الثيروكسين نفسه. الشكل (٤– ١٢) .



الشكل (٤–١٢) : التغذية الراجعة السالبة

★ آلية التغذية الراجعة الموجبة ***Positive feedback mechanism*** **:**

يسبب ارتفاع تركيز هرمون معين زيادة في تركيز هرمون آخر، والمثال على ذلك كلما زاد إفراز الهرمون المنشط للجسم الأصفر *luteinizing hormone (LH)* زاد معدل إفراز الهرمون المنشط للحويصلة *follicle stimulating hormone (FSH)* .الشكل (٤–١٣).



الشكل (٤– ١٣) : التغذية الراجعة الموجبة

اختبر فهمك ٤

١– اشرح آلية التغذية الراجعة عند تعرض الجسم لحالة انفعالية طارئة .

٢– وضح كيف يؤثر تركيز بعض الأيونات في الدم على إفراز الهرمونات .

للمحافظة على سلامة الجهاز الهرموني، واستمرارية عمل الهرمونات يمكن اتباع ما يلي:

١- تناول وجبات متوازنة من الغذاء تحتوي على كميات مناسبة، ومتوازنة من البروتينات، والدهون لصنع الهرمونات الببتيدية والستيرويدية.

٢- الاهتمام باللياقة البدنية عن طريق ممارسة بعض التمارين الرياضية للتقليل من الإجهاد، والعمل على تنشيط الدورة الدموية، والحد من التوترات العصبية لتقليل الإنتاج الزائد لهرمونات الغدة الكظرية.

٣- الابتعاد عن تعاطي المسكرات، والمخدرات، التي تؤثر سلبًا على إفراز الهرمونات بسبب تأثيرها على الغدد الصماء .

٤- تجنب الانفعالات الزائدة كالغضب، والقلق الزائد، ومحاولة السيطرة على الحالات النفسية المضطربة.

٥- عدم تناول الأدوية إلا بعد استشارة الطبيب.

٦- عدم تعاطي الهرمونات المنشطة إلا بعد استشارة الطبيب.

٧- تجنب تناول الأطعمة المضاف إليها الهرمونات الصناعية كالفواكه التي تضاف إليها الهرمونات لتسريع إنضاجها، والدواجن التي تمت تربيتها في مزارع تضيف الهرمونات إلى غذاء الدواجن لزيادة وزنها.

الأمراض التي تصيب الجهاز الهرموني :

الجهاز الهرموني كغيره من أجهزة الجسم، قد يصاب بالاضطرابات والعديد من الأمراض، ومن تلك الاضطرابات التغير في عدد المستقبلات الموجودة بالخلايا المستهدفة لهرمون معين، وهو ما يؤثر على حساسية تلك الخلايا للهرمون، وبالتالي يؤدي إلى نقص استجابة الخلايا لذلك الهرمون، وفي حالات أخرى يحدث خلل وظيفي في الغدد الصماء، ناتج عن تغيرات في مستوى حساسية المستقبلات أو عن المناعة الذاتية للأجسام المضادة أو مضادات المستقبلات .

ومن الأمراض التي تصيب الجهاز الهرموني ما يلي :

أ- تضخم الغدة الدرقية Goiter :

وهو خلل يسبب استطالة الغدة الدرقية وتضخمها ويوجد على نوعين :

- **تضخم بسيط** *Simple goiter* وينتج عن نقص كمية اليود بالدم، وعلاجه ضمان توفر اليود في الغذاء وتناول الأطعمة البحرية الغنية باليود.

– **تضخم جحوظي** *Exophthalmic goiter*

- **أسبابه :** زيادة إفراز هرمون الثيروكسين مما يسبب تضخما ملحوظا في الغدة الدرقية، فينتفخ تبعا لذلك الجزء الأمامي من رقبة المصاب وتصاب العينين بالجحوظ. الشكل(٤–١٤).

- **أعراضه :** تضخم الغدة الدرقية وزيادة حجمها، ويرافق ذلك جحوظ في العينين، وقلة النوم مع زيادة النشاط، والميل للنحافة مع كثرة تناول الغذاء، والتعرق في درجات الحرارة العادية، وزيادة التهيج العصبي، ويلجأ الأطباء في علاجه إلى الجراحة لإزالة جزء من الغدة الدرقية أو ببعض المركبات الطبية.

الشكل (٤–١٤) : تضخم الغدة الدرقية

معلومات تهمك

نقص اليود لدى الأم الحامل قد يؤدي إلى تأخر في النمو العقلي والجسدي للجنين نتيجة للقصور في عمل الغدة الدرقية.

ب - الكثم (القماءة) *Cretinism* :

وهو تأخر في النمو الجسمي والنضج العقلي والجنسي نتيجة قصور إفرازات الغدة الدرقية .

- **أسبابه :** نقص إفراز هرمون الثيروكسين *thyroxine* في سن مبكرة من العمر .
- **أعراضه :** تباطؤ نمو الجسم ؛ فيبدو الجسم قصيرًا والرأس متسعًا، كما يتأخر النمو العقلي للطفل وقد يسبب تخلفًا عقليًا دائمًا وتأخرًا في النضج الجنسي .
- **علاجه :** يحقن الأطفال بهرمون الثيروكسين، ويصعب العلاج إذا تأخر عن المرحلة المبكرة للطفولة. لماذا؟.

ج - السكري *Diabetes* :

هو حالة مزمنة ناتجة عن عوامل وراثية وبيئية مختلفة تؤدي إلى عجز الجسم من الاستفادة من السكر في توليد الطاقة، فيتراكم السكر في الدم لدرجة خروجه مع البول عن طريق الكليتين.

- **أسبابه :** ينتج بسبب نقص نسبي أو مطلق في إفراز هرمون الإنسولين أو عدم فاعليته، ومن أسباب الإصابة به الوراثة، والسمنة (زيادة الوزن) ، وقلة النشاط البدني، وممارسة عادات غذائية غير صحية .

أعراضه :

- كثرة التبول .
- الشعور الدائم بالجوع والعطش.
- نقصان الوزن .
- دوخة شديدة مع جفاف اللسان والجلد .
- الشعور بالخمول والتعب والإجهاد السريع لأقل مجهود .
- تأخر التئام الجروح الشكل (٤-١٥).

الشكل (٤-١٥) : من أعراض السكري

- أنواعه :

هناك نوعان رئيسان من السكري :

- **النوع الأول** Diabetes I: وهو الذي لا تقوم فيه غدةالبنكرياس بإفراز كمية كافية من الإنسولين ، ويظهر في معظم الأحيان بين الأطفال والشباب ممن دون سن العشرين ، ويعالج بحقن الجسم بالإنسولين .

- **النوع الثاني** Diabetes II : تقوم فيه غدة البنكرياس بإفراز الإنسولين، ولكن الجسم لا يستطيع استخدامه بصورة فعالة، ويصيب غالبًا البالغين بعد سن العشرين، وهو الأكثر انتشارًا في العالم، ويعالج بالحمية الغذائية، والنشاط الحركي وبعض الأدوية المضادة لارتفاع السكر في الدم أو المنشطة لغدة البنكرياس أو حقن الإنسولين في بعض الحالات.

معلومات تهمك

- يقدر عدد المصابين بالسكري في العالم بحوالي 333 مليون شخص أي ما يمثل 3.6% من سكان العالم
- وفي السلطنة تدل الإحصائيات لعام ٢٠٠٦م على أن عدد المصابين بالسكري يبلغ حوالي 60 – 70 ألفًا في عمر 20 سنة فأكثر أي حوالي 12% من السكان البالغين بالسلطنة .
- يولد بعض الأطفال بدون غدة بنكرياس، وهو ما يجعلهم مصابين بمرض السكري منذ الولادة .

- الوقاية منه :

يمكن الوقاية من السكري باتباع ما يلي :

- اتباع نظام غذائي صحي.
- ممارسة التمارين الرياضية بشكل سليم ومستمر .
- الاعتدال في تناول السكريات، والمواد النشوية .
- تجنب المشروبات الكحولية، والامتناع عن التدخين .
- تجنب التوترات النفسية والعصبية .
- الفحص الدوري لمراقبة ضبط مستوى السكر بالدم.

٦-٤ تقانات حديثة في مجال الهرمونات *Technology in The Hormones Field :*

استطاع العلماء استخلاص هرمون الإنسولين من بعض الحيوانات، ليتم إنتاجه بكميات تجارية لعلاج المصابين بالسكري ، إلا أنه مع تزايد أعداد المصابين لم تكن تلك الكميات المستخلصة من الحيوانات كافية، ومع التقدم العلمي أمكن باستخدام الهندسة الوراثية إنتاج بعض الهرمونات مخبريّا، والاستفادة منها في حالة نقصها في الجسم، فقد تم إنتاج هرمون الإنسولين من خلال الهندسة الوراثية، عن طريق حقن نوع من البكتيريا بالجين المسؤول عن إنتاج الإنسولين، وعند تكاثر تلك البكتيريا يتم إنتاج الإنسولين بكميات كبيرة لاستخدامه في علاج المصابين بالسكري . وما زالت جهود العلماء مستمرة لتحديد الجينات المسؤولة عن حدوث مرض السكري والعمل على ايجاد طرق جينية للتغلب على هذا المرض .

كما استطاع العلماء استخلاص مادة كيميائية من الغدة الثيموسية لتستعمل في علاج مضاعفات مرض نقص المناعة (الايدز).

أسئلة الفصل

◆ السؤال الأول : اختر رمز الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة لكل من المفردات الآتية :

١– الغدد الصماء :

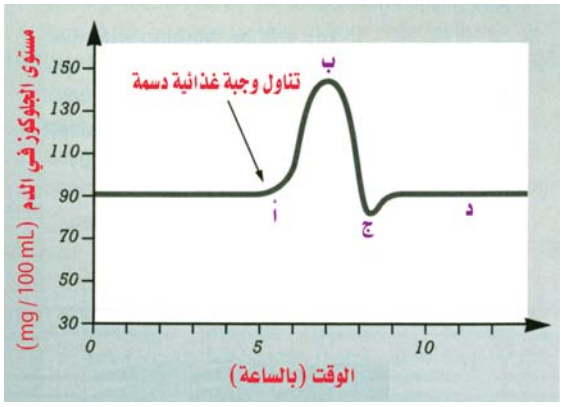
أ – تقوم بوظيفتها بعد البلوغ فقط .

ب – تقوم بوظيفتها قبل البلوغ فقط .

ج – تطرح إفرازاتها عبر قنوات خاصة .

د – تطرح إفرازاتها في تيار الدم .

من خلال الشكل المقابل أجب عن الأسئلة من (٢– ٣) :



٢–ماذا يحدث لإفراز هرمون الانسولين عند المنطقة (ب) ؟

أ – يزداد .

ب– يقل .

ج – يقل ثم يزداد .

د – لا يتأثر .

٣– في أي منطقة ينشط إفراز هرمون الجلوكاجون ؟

أ – (أ) . ب – (ب).

ج – (ج) . د – (د) .

٤– تؤثر الهرمونات التي تذوب في الماء على الخلايا المستهدفة عن طريق :

أ – دخولها عبر غشاء الخلية .

ب– اتحادها مع مستقبلات في غشاء الخلية .

ج – ترتبط بمستقبلات خاصة بالسيتوبلازم .

د – تكون مركبًا معقدًا يدخل نواة الخلية .

٥- يدخل اليود في تركيب أحد الهرمونات التالية :

أ - الكالسيتونين .　　ب - الباراثورمون .

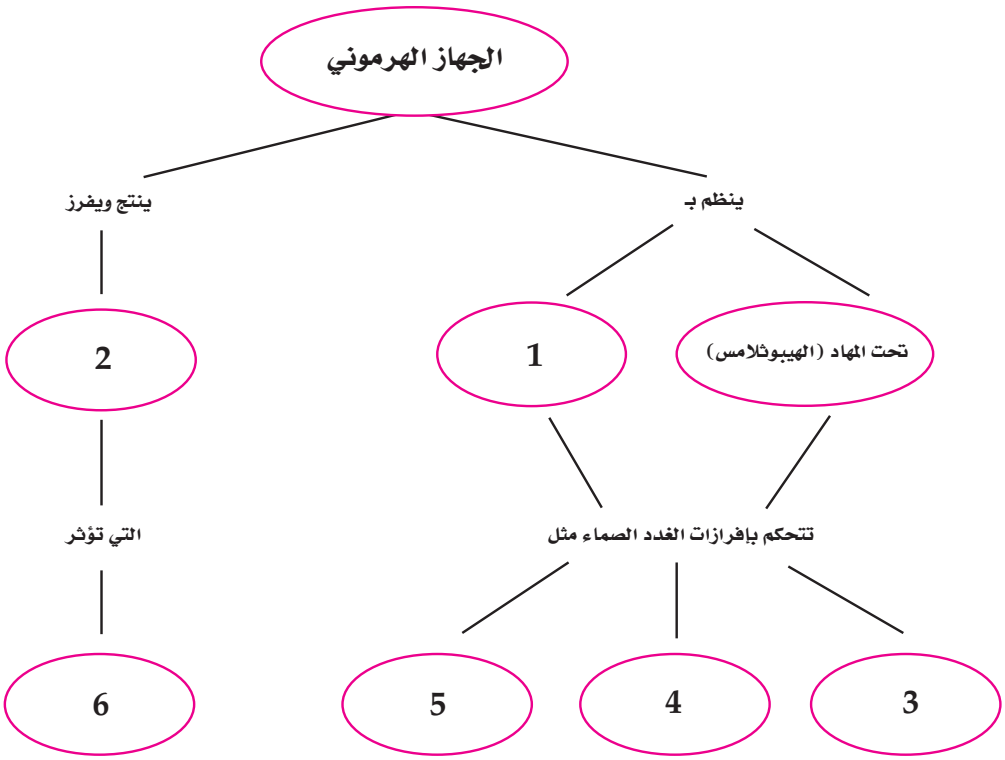
ج - الأوكسيتوسين .　　د - الكورتيزول .

٦- إحدى الغدد الصماء الآتية تؤدي دورًا مهمًّا في بناء مناعة الجسم لدى الأطفال ثم تضمر مع تقدم العمر :

أ - الكظرية .　　ب - النخامية .

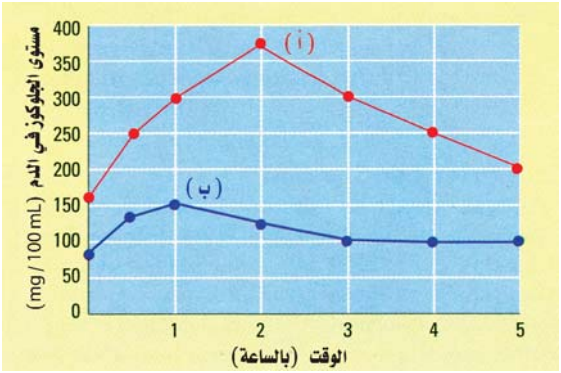
ج - الثيموسية .　　د - الدرقية .

◆ **السؤال الثاني : أكمل خريطة المفاهيم التالية :**



◆ السؤال الثالث:

يمثل الرسم البياني المجاور التغيرات في مستوى السكر في الدم لشخصين لفترة زمنية معينة بعد تناول وجبة طعام. أدرس الشكل، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :



١) صف التغيرات في مستوى السكر في دم الشخصين .

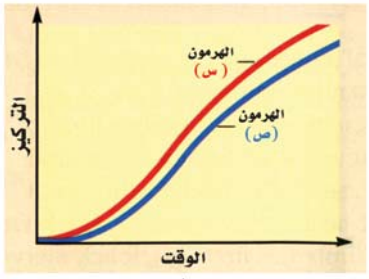
٢) أي الشخصين ـ (أ) أو(ب)ـ مصابا بمرض السكري؟ ولماذا ؟

٣) اقترح سببا لاختلاف مستوى السكر في الدم لديهما .

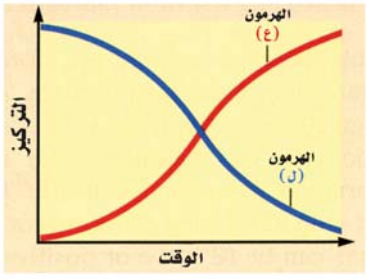
٤) ما سبب استقرار مستوى السكر في الدم لدى الشخص (ب) بعد مرور ثلاث ساعات من تناوله للوجبة.

◆ السؤال الرابع :

يمثل الشكلان (أ) و(ب) تنظيم إفراز الهرمونات بآليتي التغذية الراجعة. أدرس الشكلين ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :



(أ)



(ب)

١– حدد نوع آلية التغذية الراجعة لكل شكل ؟ فسر إجابتك .

٢– أي من الهرمونات التالية تنطبق عليها الآلية الموضحة بالشكل (ب) :

أ – الكالسيتونين والثيموسين . ب– البروجسترون والتستوستيرون .

ج – الثيروكسين والباراثورمون . د – الأدرينالين والنورأدرينالين .

ارتباط علم الأحياء بالمهن

بعد دراستك للجزء الأول من منهج الأحياء للصف الثاني عشر نأمل أن تكون اتجاهًا إيجابيًا في التخصص مستقبلاً بإحدى المهن الآتية:

- فني أنسجة *Histotechnologist* :

يمكنك بعد دراسة هذا التخصص العمل في المستشفيات الحكومية والخاصة، وفي المختبرات الخاصة، وفي شركات التجهيزات المخبرية التي تزود المؤسسات التعليمية بالشرائح الجاهزة عن الخلايا والأنسجة المختلفة.

- جراح أعصاب *Neurosurgeon*

بعد الحصول على درجة الطب العام ، يمكن التخصص في أحد حقول الطب، والتي من بينها طب الأعصاب، حيث يصبح الطبيب جراح أعصاب. يمكنك بعد دراسة هذا التخصص العمل في المستشفيات الحكومية والخاصة، أو فتح عيادة خاصة بك، أو إكمال دراساتك العليا للعمل في كلية الطب/ قسم الأعصاب للعمل في التدريس والمعالجة وفي إجراء الأبحاث.

- أخصائي غدد صماء *Endocrinologist*:

يمكن للطبيب بعد حصوله على الدرجة الجامعية الأولى في الطب التخصص في مجال الغدد الصماء، ويستطيع العمل في المستشفيات الحكومية والخاصة، كذلك يمكنه فتح عيادة متخصصة في مجال الغدد.

يمكنك أيضًا التوجه للمهن الأكاديمية من خلال دراسة علم الأحياء ، ثم إكمال دراساتك العليا في مجال الجهاز العصبي أو الجهاز الهرموني، والعمل في الجامعات الحكومية والخاصة.

المراجع العربية

١–زيتون، عايش (١٩٩٦). **علم حياة الإنسان،بيولوجيا الإنسان** ، عمان. دار الشروق.

٢– محمد، مدحت حسين خليل(١٩٩٧). **علم الغدد الصماء** ، الإمارات العربية المتحدة. دار المدينة.

٣– محمد، مدحت حسين خليل(٢٠٠٥). **أساسيات علوم الحياة** ، ط(٢). الإمارات العربية المتحدة. دار الكتاب الجامعي.

٤– وزارة الصحة (بدون). **السكري هل أنت معرض لخطر الإصابة به؟** ، دائرة مراقبة ومكافحة الأمراض غير المعدية. مسقط.

٥– وزارة الصحة (٢٠٠٦). **السكري**، دائرة التثقيف والإعلام الصحي.مسقط.

المراجع الأجنبية

1. Alton & others. (2002). *Biology -The Dynamics of Life*. Glencoe. USA.
2. Boyle, M. & Senior, K. (2002). *Biology*. second edition. Collins.
3. Campbell, N.A. & Reece, J.B. (2002). *Biology*. Sixth Edition. Benjamin Cummings.
4. Campbell, N.A., Williamson, B. & Heyden, R.J. (2004). *Biology (Exploring Life)*. Prentice Hall. USA.
5. Coolidge, E& others. (2002).*Science Explorer (Life Science)*. Prentice Hall. USA.
6. Glenn & Toole. S. (1999). *Biology (for Advanced Level)*. Nelson. UK.
7. Germann, W.J. & Stanfield, C.L. (2005). *Principles of Human Physiology*. Second Edition. Stanfield. USA.
8. Giusepp, M. & others. (2003). *Biology*. Nelson. Canada.
9. Johnson, G.B. & Raven, P.H., (2001). *Biology (Principles & Explorations)*. Holt, Rinehart and Winston. USA.
10. Larue, C.J. (2004). *Biology*. AGS Publishing. USA.
11. Miller, K.R. & Levine, J. (2002). *Biology*. Prentice Hall. USA
12. Murray, J. (2002). *Advanced Biology (Principles & Applications)*. C J Clegg with D G Mackean. London.
13. Postlethwait, J. H. & Hopson, J. L., (2006). *Modern Biology*. Holt, Rinehart and Winston. USA.
14. Ritter, B. & others. (2007). *Biology*. Nelson. Canada.
15. Roberts, M. B. V. (1986). *Biology for Life*. second edition. Nelson.
16. Schreer, W.D. & Stoltze, H. J. (1999). *Biology (The Study of Life)*. Prentice Hall. Fourth edition. USA.

تم بحمد الله