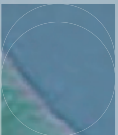
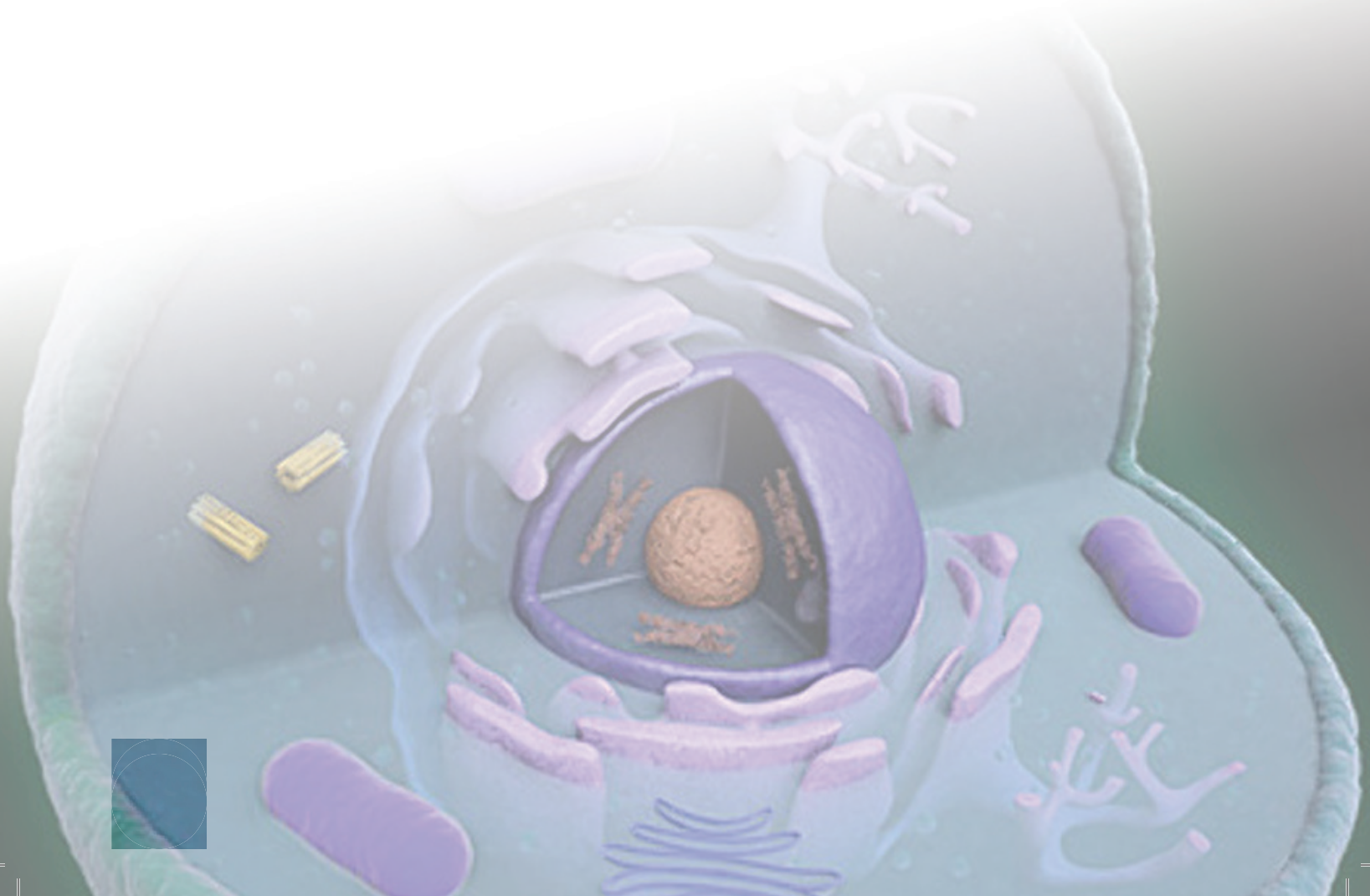




هيئة التعليم
EDUCATION INSTITUTE

الأحياء

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الثاني
2016 - 2015



النشيد الوطني



- قَسَمًا بِمَنْ رَفَعَ السَّمَاءَ • قَسَمًا بِمَنْ نَشَرَ الضِّيَاءَ
قَطْرٌ سَتَّبَقَى حُرَّةً • تَسْمُو بِرُوحِ الأَوْفِيَاءِ
سِيرُوا عَلَي نَهْجِ الأَلَمَى • وَعَلَى ضِيَاءِ الأَنْبِيَاءِ
قَطْرٌ بِقَلْبِي سِيرَةٌ عَزُ • وَأَمْ جَادُ الإِبَاءِ
قَطْرُ الرَّجَالِ الأَوَّلِينَ • حَمَاتْنَا يَوْمَ النُّدَاءِ
وَحَمَائِمُ يَوْمِ السَّلَامِ • جَوَارِحُ يَوْمِ الفِدَاءِ

لون علم دولة قطر العنابي والأبيض ، وتفصل بين اللونين تسعة رؤوس.

الأبيض : هو رمز السلام الذي يسعى له حكام قطر وأبناؤها.

العنابي : يرمز إلى الدماء المتخثرة، وهي دماء الشهداء من أبناء قطر الذين خاضوا معارك كثيرة في سبيل وحدة دولة قطر وخاصة في النصف الأخير من القرن التاسع عشر.



علم دولة قطر

الرؤوس التسعة : ترمز إلى أن دولة قطر هي العضو التاسع في الإمارات المتصالحة من دول الخليج العربية.



رؤية قطر الوطنية 2030

تهدف رؤية قطر الوطنية 2030 التي تمت المصادقة عليها بموجب القرار الأميري رقم 44 لسنة 2008، إلى تحويل قطر بحلول عام 2030 إلى دولة متقدمة قادرة على تحقيق التنمية المستدامة وعلى تأمين استمرار العيش الكريم لشعبها جيلا بعد جيل. حيث تحدد الرؤية الوطنية لدولة قطر النتائج التي يسعى البلد لتحقيقها على المدى الطويل كما أنها توفر إطارا عاما لتطوير إستراتيجيات وطنية شاملة وخطط تنفيذها .
وتستشرف الرؤية الوطنية الآفاق التنموية من خلال الركائز الأربع المترابطة التالية :

التنمية البيئية

التنمية الاقتصادية

التنمية الاجتماعية

التنمية البشرية

الركيزة الأولى - التنمية البشرية

الغايات المستهدفة

سكان متعلمون :

- نظام تعليمي يرقى إلى مستوى الأنظمة التعليمية العالمية المتميزة ويزود المواطنين بما يفي بحاجاتهم وحاجات المجتمع القطري ويتضمن :
 - مناهج تعليم وبرامج تدريب تستجيب لحاجات سوق العمل الحالية والمستقبلية.
 - فرصا تعليمية وتدريبية عالية الجودة تتناسب مع طموحات وقدرات كل فرد.
 - برامج تعليم مستمر مدى الحياة متاحة للجميع.
- شبكة وطنية للتعليم النظامي وغير النظامي تجهز الأطفال والشباب القطريين بالمهارات اللازمة والدافعية العالية للمساهمة في بناء مجتمعهم وتقدمه، تعمل على :
 - ترسيخ قيم وتقاليد المجتمع القطري والمحافظة على تراثه.
 - تشجيع النشء على الإبداع والابتكار وتنمية القدرات.
 - غرس روح الانتماء والمواطنة.
 - المشاركة في مجموعة واسعة من النشاطات الثقافية والرياضية
- مؤسسات تعليمية متطورة ومستقلة تدار بكفاءة وبشكل ذاتي ووفق إرشادات مركزية وتخضع لنظام المساءلة.
- نظام فعال لتمويل البحث العلمي يقوم على مبدأ الشراكة بين القطاعين العام والخاص بالتعاون مع الهيئات الدولية المختصة ومراكز البحوث العالمية المرموقة.
- دور فاعل دولياً في مجالات النشاط الثقافي والفكري والبحث العلمي.
- استقطاب التوليفة المرغوبة من العمالة الوافدة ورعاية حقوقها وتأمين سلامتها، والحفاظ على أصحاب المهارات المتميزة منها.

http://www.gsdp.gov.qa/portal/page/portal/GSDP_AR

الأمانة العامة للتخطيط التنموي

12A

المحتويات

جهاز المناعة في الإنسان Human Immune System

8	المناعة المتخصصة : الخلايا الليمفاوية البائية والتائية
20	المناعة والتحصين
25	أسئلة نهاية الوحدة

أجهزة التنظيم في الثدييات + العلاقات البيئية Regulatory Systems in Mammals Ecological Relationships

38	الكلية، التنظيم الأسموزي وإخراج الفضلات الأيضية
50	الخلايا العصبية : التركيب والوظيفة
64	الدماغ في الإنسان
69	جهاز الغدد الصماء
75	المكافحة الحيوية
79	أسئلة نهاية الوحدة

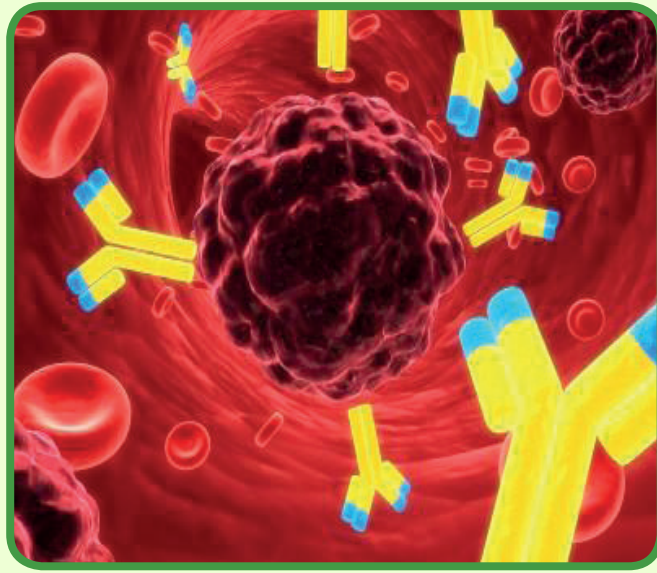
التقنية الحيوية Biotechnology

100	الهندسة الوراثية والإنسولين
103	المستشعرات البيولوجية ومرض السكري
106	الأجسام المضادة أحادية المنشأ في الطب الحيوي
110	عمل الإنزيمات المقيدة
112	أسئلة نهاية الوحدة

جهاز المناعة في الإنسان

Human Immune system

الوحدة الرابعة
Unit 12AB.4



يتعرض جسم الإنسان لدخول كثير من الأجسام الغريبة إليه ، و يشكل بعضها مصدر خطر عليه، مما يستدعي وجود نظام دفاع ضد هذه الأجسام. كما يجب أن يتعامل الجسم مع بعض خلاياه التي تصبح غير طبيعية، و التي يمكن أن تتحول إلى أورام سرطانية.

ستتعرف في هذه الوحدة كيف تقوم كريات الدم البيضاء بالدفاع عن الجسم ضد الجراثيم والميكروبات، حيث يخضع الجسم إلى نظامين للمناعة: المناعة غير المتخصصة ، والمناعة المتخصصة المتمثلة في إنتاج الأجسام المضادة و الخلايا التائية. كما سنتطرق لطرق التحصين و أهميتها في جعل الجسم قادراً على مقاومة المرض بكفاءة أعلى و سرعة أكبر.

Unit 12AB.4

المعيار
11.2, 11.1
11.5, 11.3

المناعة المتخصصة: الخلايا الليمفاوية البائية والتائية Specific Immunity: B & T Lymphocytes

الأهداف

على الطالب أن:

1. يشرح ويفسّر دور الخلايا الليمفاوية البائية والتائية في مقاومة مسببات الأمراض.
2. يفسّر كيفية إنتاج الأجسام المضادة وآلية عملها.
3. يشرح أهمية خلايا الذاكرة المناعية.
4. يصف تركيب الأجسام المضادة ووظيفتها.

المصطلحات الأساسية:

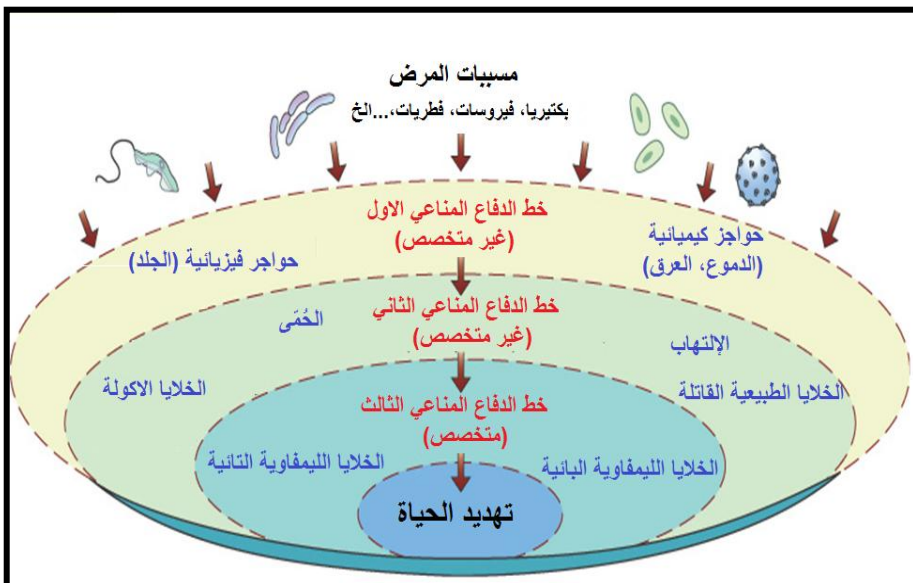
- خلايا ليمفاوية بائية
- B-Lymphocytes
- خلايا ليمفاوية تائية
- T-Lymphocytes
- مولد الضد
- Antigen
- مناعة معتمدة على الأجسام المضادة
- Humoral Immunity
- مناعة خلوية
- Cell-Mediated Immunity
- خلايا ذاكرة
- Memory Cells

عندما يدخل مسبب مرض ما إلى جسمك، يحاول جهازك المناعي الاستجابة لذلك بالقضاء على مسبب المرض والتخلص منه، فجهاز المناعة **Immune System** هو الجهاز المسؤول عن حماية جسمنا من الأمراض، ومقاومتها والقضاء على مسببات المرض إذا ما حاولت الدخول إلى أجسامنا.

يتكون جهاز المناعة من مجموعة من الحواجز الفيزيائية والكيميائية ومن خلايا دم بيضاء لها القدرة على ابتلاع مسببات الأمراض أو منع تكاثرها أو تحليلها، ويمكننا تقسيم الاستجابات المناعية إلى قسمين رئيسيين:

1. **المناعة غير المتخصصة:** وهي مجموعة الحواجز الفيزيائية (كالجلد والأغشية المخاطية)، والحواجز الكيميائية (كالدُموع و العرق و العصارة المعدية) و **الخلايا الأكولة Macrophages** وسميت المناعة غير المتخصصة بهذا الاسم لأنّ الجسم يتعامل مع جميع مسببات المرض من خلالها بالآليات نفسها.

2. **المناعة المتخصصة Specific Immunity:** وتتكون من **الخلايا الليمفاوية التائية و البائية B- and T-Lymphocytes** و **Lymphocytes**، والتي تقوم بمحاربة مسببات المرض بصورة متخصصة وبطريقة مختلفة لكلّ مسبب مرض كما سترى لاحقاً.



الشكل 1: مراحل وأنواع الاستجابة المناعية

Unit 12AB.4

تابع المصطلحات الأساسية:

- مُعَقِّد الجسم المضاد- مُوَأَد الضد

Antibody-Antigen
Complex

- حساسية

Allergy

- حمى القش

Hay Fever

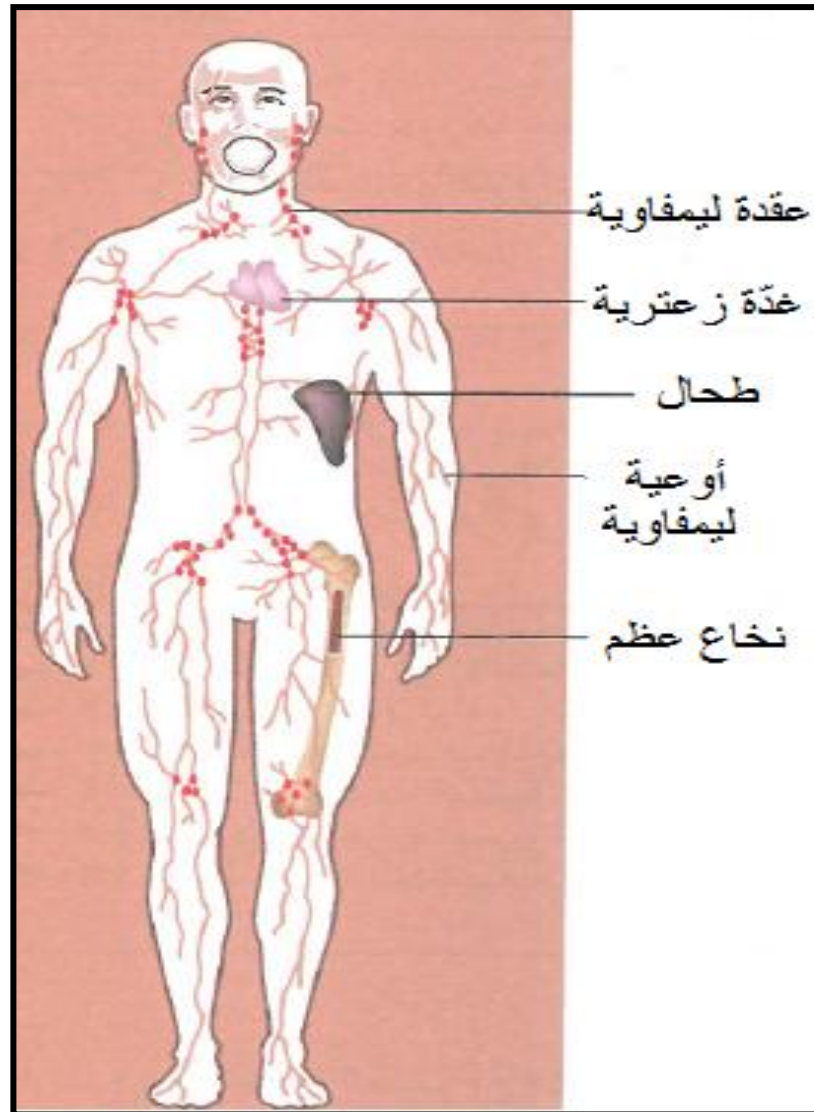
- خلايا صارية

Mast Cells

- هستامين

Histamine

يتكون جهاز المناعة من مجموعة من الأعضاء المنتشرة في أنحاء الجسم و تشمل نخاع العظم، **الغدة الزعترية Thymus Gland** ، الطحال و العقد الليمفاوية، انظر الشكل (2). و تحتوي أعضاء جهاز المناعة على خمسة أنواع رئيسة من الخلايا تساهم في الدفاع عن الجسم ، و هذه الخلايا هي: الخلايا الليمفاوية البائية ، و الخلايا الليمفاوية التائية ، و الخلايا الأكولة ، و الخلايا القاتلة الطبيعية ، و الخلايا المقدمة لمولد الضد **Antigen Presenting Cell**



الشكل 2: توزيع مكونات جهاز المناعة في جسم الإنسان

المناعة المتخصصة Specific Immunity

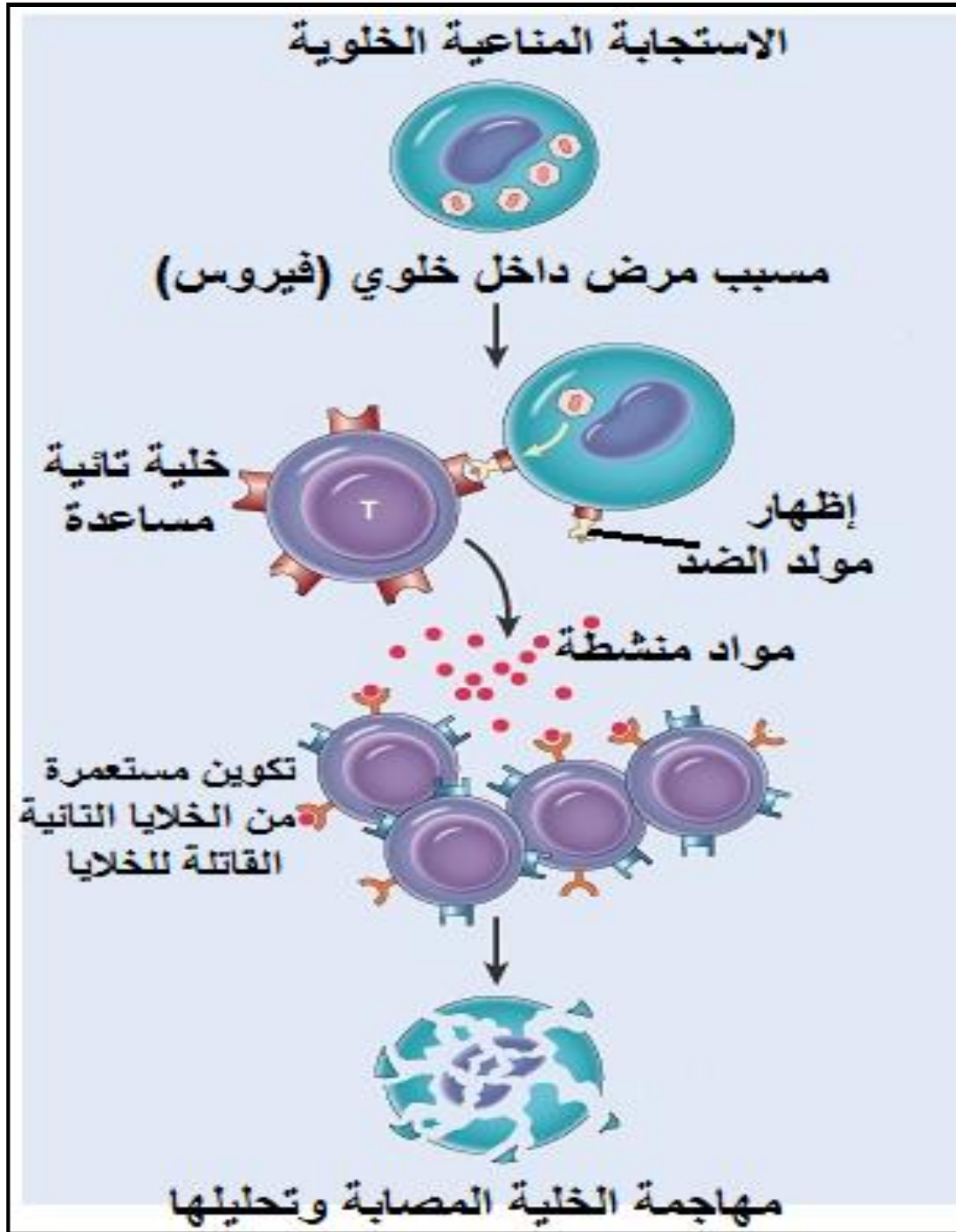
تستجيب الخلايا الليمفاوية لدخول مسببات المرض إلى الجسم بطريقتين هما : **الاستجابة (المناعة) الخلوية Cell-mediated Immunity** و تكون الخلايا الليمفاوية التائية مسؤولة عنها، و **الاستجابة (المناعة) المعتمدة على الأجسام المضادة Humoral Immunity** و تكون الخلايا الليمفاوية البائية مسؤولة عنها بمساعدة الخلايا التائية، كما تلعب الخلايا المقدمة لمولد الضد دوراً في الاستجابة المناعية حيث تعمل على إظهار مولد الضد (مسبب المرض) على غشائها البلازمي تمهيداً للقضاء عليه من خلال الخلايا المتخصصة.

أولاً. دور الخلايا الليمفاوية التائية في الاستجابة الخلوية:

تنشأ الخلايا الليمفاوية التائية في نخاع العظم ثم تنتقل إلى **الغدة الزعترية Thymus Gland**، حيث تنضج وتتمايز ثم تنتقل مع الدم إلى جميع أرجاء الجسم، لتتركز في العقد الليمفاوية. و توجد أربعة أنواع من الخلايا الليمفاوية التائية:

1. الخلايا التائية القاتلة للخلايا **Cytotoxic T Cells**: وهي المسؤولة عن مهاجمة الخلايا السرطانية والخلايا المصابة بالفيروسات.
2. الخلايا التائية المساعدة **Helper T Cells**: وتقوم بوظيفة تنسيق الاستجابات المناعية المتخصصة كتشيط الخلايا البائية مثلاً.
3. الخلايا التائية الذاكرة **Memory T Cells**: وهي المسؤولة عن تحفيز الاستجابات المناعية في حال الدخول المتكرر لمسبب المرض إلى الجسم بعد المرة الأولى.
4. الخلايا التائية المثبطة **Suppressor T Cells**: وتقوم هذه الخلايا بتثبيط الاستجابة المناعية عند الانتهاء من مقاومة مسبب المرض، لذا فهي تقوم بنوع من التغذية الراجعة الذاتية لتثبيط الجهاز المناعي. تعمل الخلايا الليمفاوية التائية على مقاومة مسببات الأمراض التي تدخل إلى الخلايا لتتكاثر فيها كالفيروسات، كما تساعد في مقاومة الخلايا السرطانية، حيث تقوم الخلايا التائية بمهاجمة تلك الخلايا وتدميرها، وبذلك فهي تحُد من تكاثر مسببات المرض وانتشارها في الجسم، لذا تُعرف الاستجابة المناعية التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية التائية "بالمناعة الخلوية"، انظر الشكل رقم 3، ولاحظ خطوات الاستجابة المناعية الخلوية:

1. دخول مسبب المرض إلى إحدى خلايا الجسم، حيث تعمل على إظهار مولدات الضد على سطحها، و تسمى هذه الخلية بالخلية المقدمة لمولد الضد.
 2. ترتبط الخلية التائية القاتلة بمولد الضد الظاهر على سطح الخلية لتبدأ عملية تنشيط الخلية القاتلة (انظر الشكل 5)
 3. تقوم الخلايا التائية المساعدة بالتعرف على مسبب المرض الظاهر على سطح الخلايا الأكلة والارتباط به.
 4. تفرز الخلايا التائية المساعدة مواد منشطة تسمى **سايتوكاينات Cytokines**.
 5. تحفز السايتوكاينات الخلايا التائية القاتلة للخلايا **Competent cytotoxic T cell**، حيث تبدأ بالتكاثر مكونة مستعمرة من الخلايا الجاهزة لمهاجمة الخلايا المصابة و تدميرها.
- ❖ لاحظ أن الخلايا التائية القاتلة يتم تحفيزها بطريقتين هما :
- أ. الارتباط بمولد الضد الظاهر على سطح خلايا الجسم
 - ب. الخلايا التائية المساعدة.



الشكل 3: الاستجابة المناعية الخلوية

Unit 12AB.4

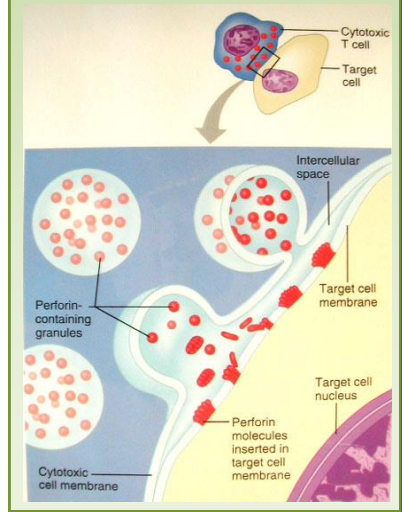
أضف إلى معلوماتك

"البروتين الثاقب"

"Perforin"

البروتين الثاقب هو بروتين بشري تنتجه الخلايا التائية القاتلة للخلايا وتعمل على تخزينه في حويصلات في السيتوبلازم.

وعندما يتم تنشيط الخلايا التائية بسبب وجود خلايا جسم مصابة بمسببات مرض أو خلايا سرطانية، تقوم الخلايا التائية بإفراز هذا البروتين الذي يدخل نفسه في الغشاء البلازمي للخلية الهدف مُحدثاً فجوة في غشاء تلك الخلية مما يسمح بتدفق السوائل إلى داخلها من الوسط المحيط وبالتالي تمدها وانفجارها.



ثانياً. دور الخلايا البائية في الاستجابة المناعية المعتمدة على الأجسام المضادة:

1. عندما يدخل مسبب المرض (مولد الضد) إلى الجسم، تقوم الخلايا الأكلة بابتلاعه بعملية البلعمة **Phagocytosis**، ثم تحليله جزئياً داخلها، ثم تقوم بربطه ببروتين خاص يسمى بروتين التوافق النسيجي (**MHC**) وإظهاره على سطحها الخارجي.
2. ترتبط الخلايا التائية المساعدة بمولد الضد الظاهر على سطح الخلية الأكلة، لتقوم الخلية التائية المساعدة بإفراز مواد منشطة (سايتوكاينات)، تعمل على تنشيط نوع محدد من الخلايا البائية (يتوافق شكل مستقبلاته البروتينية مع شكل مولد الضد). (انظر الشكل رقم 4).
3. تصبح الخلايا البائية نشطة **Competent B-Lymphocytes** عندما ترتبط بمولدات الضد تلك.
4. قد يتضاعف حجم الخلية البائية النشطة لتتكون الخلايا البلازمية **Plasma B-Cells** المنتجة للأجسام المضادة أو تنقسم لتكوين مستعمرة من خلايا الذاكرة البائية **Memory B-Cells** والتي ستتعرف على دورها لاحقاً.
5. تصل الأجسام المضادة إلى مجرى الدم وتبدأ بالدوران معه وتقوم بالارتباط بمولدات الضد والقضاء عليها بطرق و آليات مختلفة.
6. في حال عودة مسبب المرض إلى الجسم مرة أخرى لاحقاً يتم تحفيز خلايا الذاكرة والتي تصبح نشطة وتتحول إلى خلايا بلازمية قادرة على إنتاج الأجسام المضادة بسرعة كبيرة جداً وبكميات أكثر من الإصابة الأولى.

لاحظ أنّ الخلايا البائية تكون مسؤولة عن مهاجمة مسبب المرض الحر أثناء وجوده في مجرى الدم، أي قبل دخوله إلى أيّ من خلايا الجسم.

Unit 12AB.4

"أضف إلى معلوماتك"

يوجد 5 أنواع من الأجسام المضادة لدى الإنسان، هي:

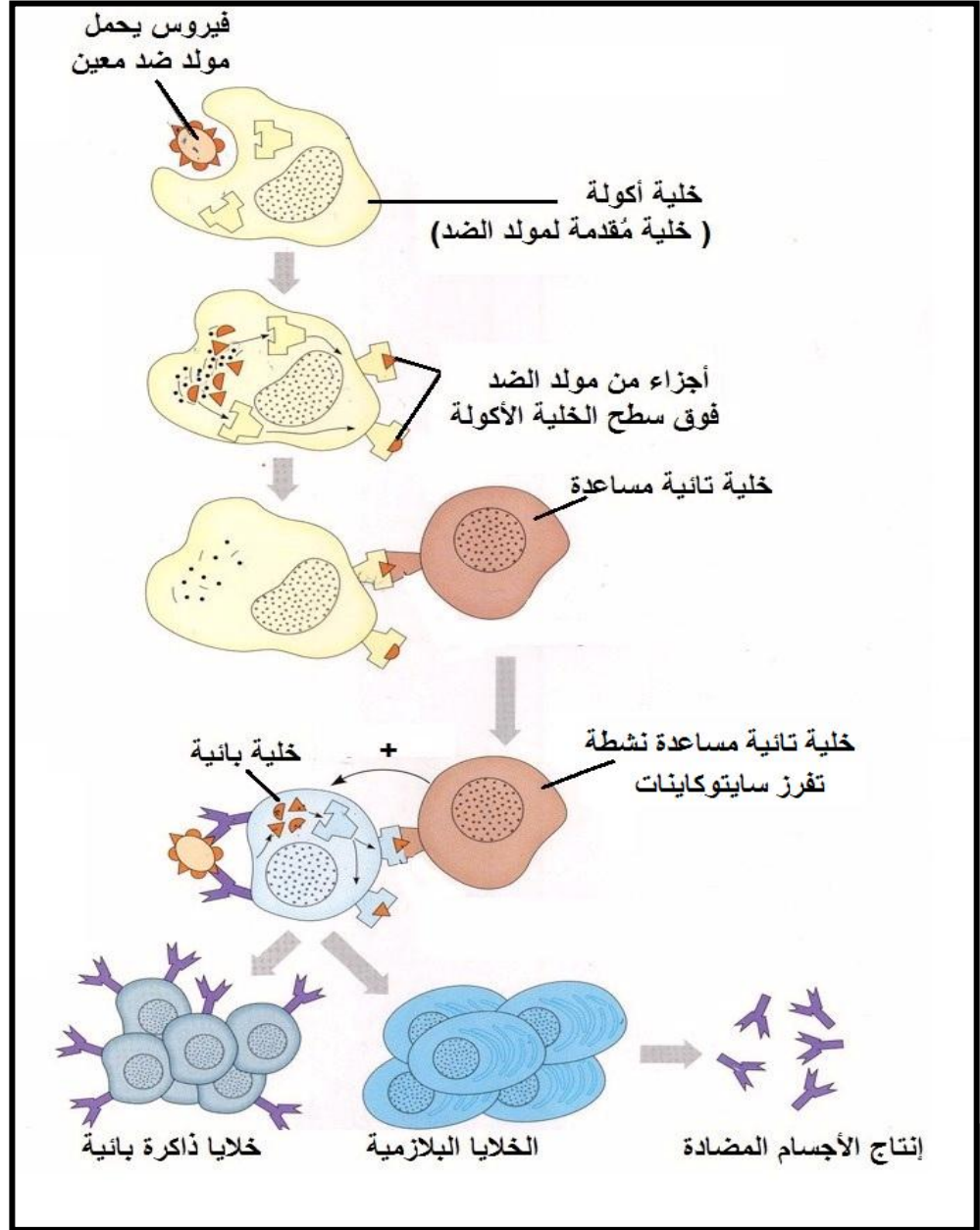
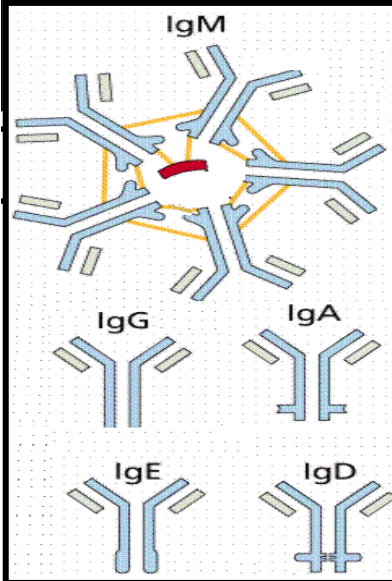
1. **IgM**: وهو أول جسم مضاد يتم إنتاجه عند أول تعرض لمسببات المرض.

2. **IgA**: يتم إفرازه في سوائل الجسم كالدموع والعرق والمخاط وحليب الأم.

3. **IgG**: وهو أكثر الأنواع تواجداً في مجرى الدم والسائل النسيجي، كما أنه الوحيد القادر على الانتقال من الأم للجنين عبر المشيمة.

4. **IgE**: وهو المسؤول عن تحفيز الخلايا الصارية في تفاعلات الحساسية.

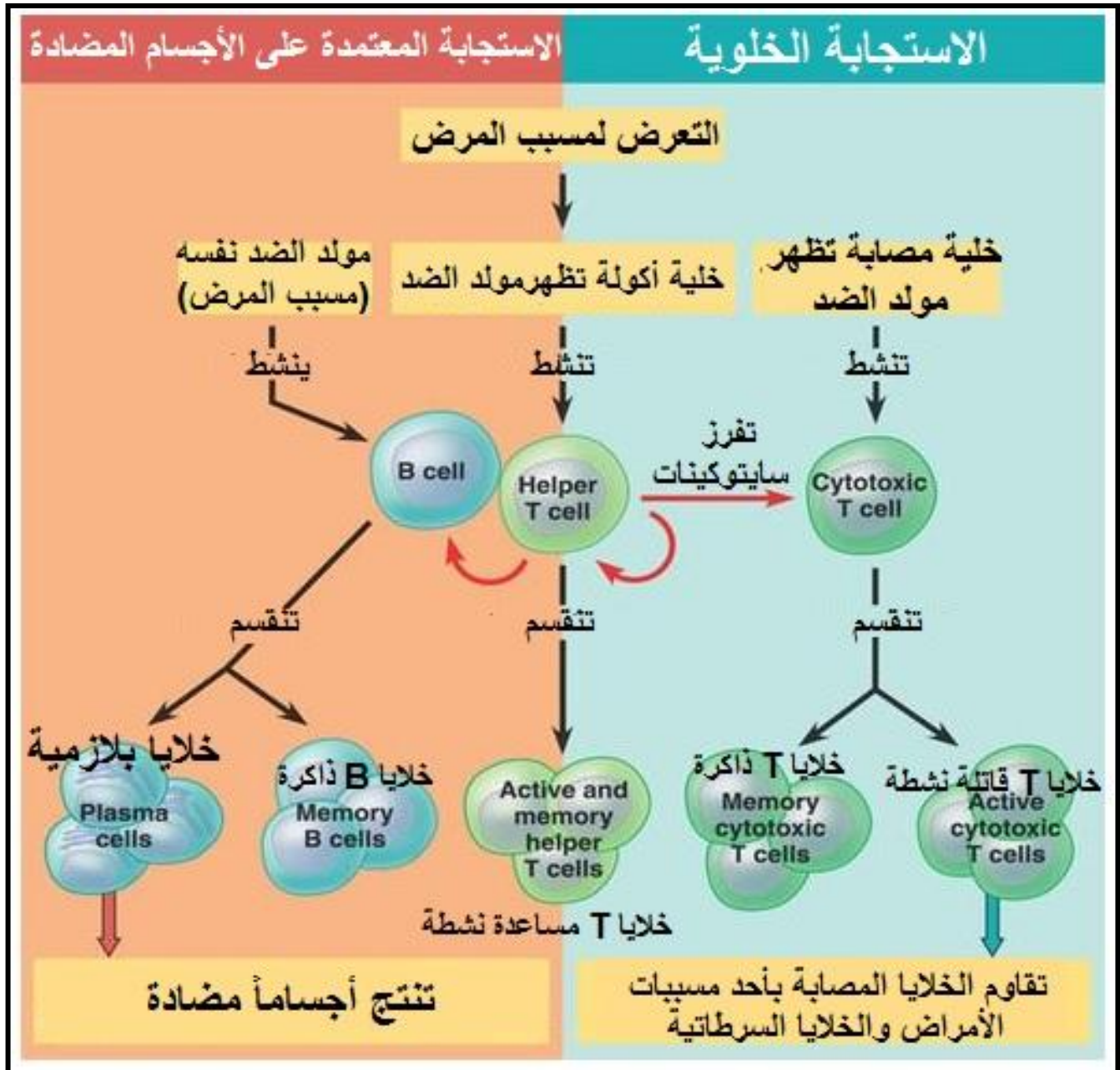
5. **IgD**: ويتواجد على أسطح الخلايا البائية التي لم تتعرض لأي مولدات ضد بعد.



الشكل 4: الاستجابة المناعية المعتمدة على الأجسام المضادة

ويمكن تلخيص العمليات التي تحدث في الاستجابة المناعية المعتمدة على الأجسام المضادة كما يلي:

- 1- تعرّف الخلية على مولد الضد.
- 2- تنشيط الخلية البائية للانقسام.
- 3- تكوين الخلايا البلازمية والخلايا الذاكرة.



الشكل 5: التكامل بين نوعي الاستجابة المناعية في مقاومة الأمراض والخلايا السرطانية

اختبر نفسك: حدد نوع الخلايا التي لها دور في الاستجابة الخلوية والاستجابة المعتمدة على الأجسام المضادة

.....

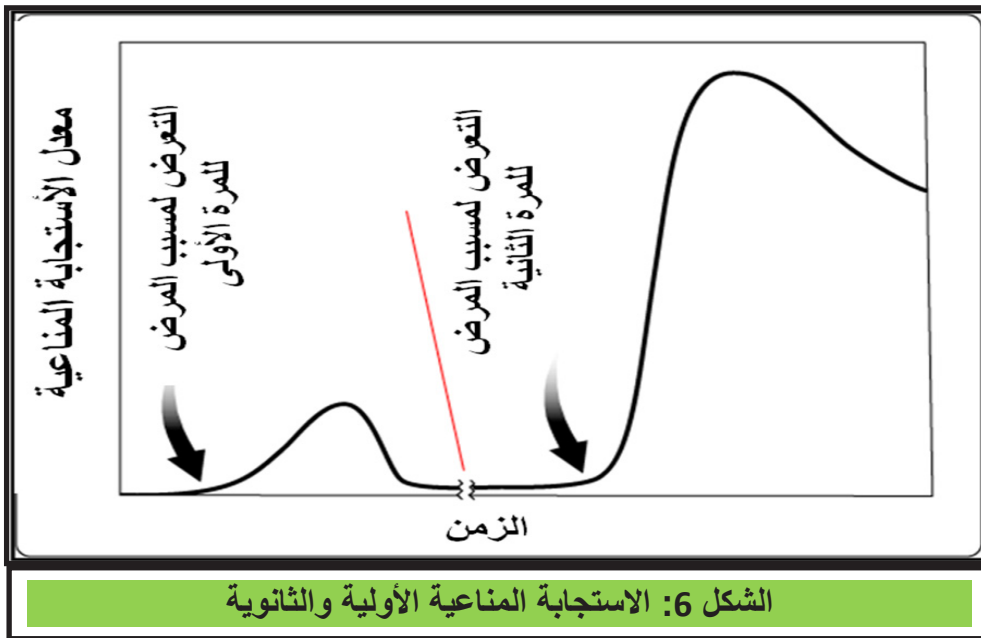
.....

أهمية خلايا الذاكرة :Importance of Memory Cells

لعلك لاحظت أنه في كلا النوعين من الاستجابة المناعية المتخصصة وعند دخول مسبب المرض لأول مرة إلى الجسم، يتم إنتاج خلايا تُعرف **بخلايا الذاكرة Memory Cells**، ويتم تخزين هذه الخلايا في العقد الليمفاوية وأعضاء الليمف الأساسية كاللوزتين والطحال، والوظيفة الأساسية لهذه الخلايا أنها تعمل على التعرف على مسبب المرض بسرعة وكفاءة عالية لدى دخوله للجسم مرة أخرى، مشكلة ما يُعرف باسم الاستجابة المناعية الثانوية **Secondary Immune Response**، انظر الشكل 6 ، و تجدر الإشارة إلى أن الخلايا البلازمية تقوم بإنتاج أجسام مضادة بأعداد أكبر من إنتاجها لدى التعرض لمسبب المرض لأول مرة. واعتماداً على نوع مسبب المرض وثبات تركيبه، يتم إنتاج نوعين من خلايا الذاكرة:

1. **خلايا ذاكرة طويلة الأمد Long-Term Memory Cells** تكون قادرة على البقاء في الجسم فترة زمنية طويلة قد تمتد طوال الحياة، كخلايا الذاكرة التي يتم إنتاجها في حالة الإصابة **بفيروس الجدري Chicken Box**، أو **الحصبة Measles**، وذلك لأن التركيب الكيميائي والجزئي لهذه الفيروسات ثابت، ونادراً ما تحدث الطفرات في تركيبها الجيني، وبالتالي لا يتغير شكل أو نوع مولدات الضد التي تحملها، وعند دخول مسبب المرض مرة أخرى إلى الجسم، يتم التعرف عليه والقضاء عليه بسرعة كبيرة جداً، و دون ظهور أي أعراض لذلك غالباً.

2. **خلايا ذاكرة قصيرة الأمد Short-Term Memory Cells**: وتبقى هذه الخلايا في الجسم لفترة قصيرة جداً قد لا تتجاوز بضعة أشهر، ولا تكون هذه الخلايا بكفاءة سابقتها بسبب التغير المستمر في التركيب الجيني والجزئي لمسببات المرض، مما يؤدي إلى تغيير شكل وتركيب مولدات الضد فيها باستمرار، ويجعل قدرة خلايانا المناعية على التعرف عليها ومقاومتها لاحقاً محدودة جداً، كما في حال فيروس الإنفلونزا مثلاً.



تفكير ناقد: حلل ما أوجه الاختلاف بين الاستجابة المناعية الأولية والاستجابة المناعية الثانوية؟

.....

.....

.....

.....

.....

الأجسام المضادة Antibodies - تركيبها وآلية عملها:

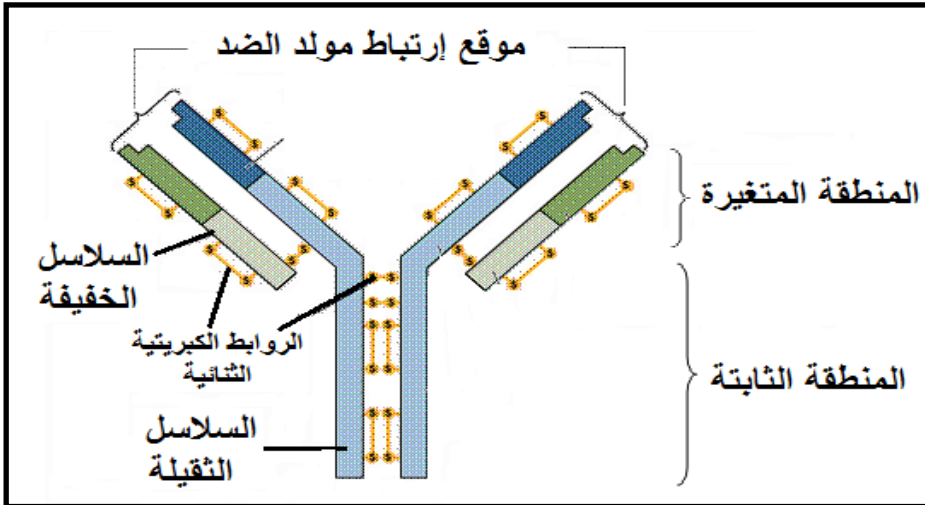
الأجسام المضادة هي بروتينات سكرية تنتمي إلى مجموعة خاصة من بروتينات الدم المسماة بروتينات مناعية **Immunoglobulins** .

يتكون الجسم المضاد من زوجين من السلاسل البروتينية، اثنان منها طويلين يسميان **بالسلاسل الثقيلة** ، والاثنان الآخران يكونان قصيرين ويسميان **بالسلاسل الخفيفة** ، وترتبط السلاسل ببعضها عبر رابطة كبريتية ثنائية . انظر الشكل 7 .

يمتلك كل جسم مضاد موقعين متماثلين لارتباط مولد الضد ، ويختلف شكل تلك المواقع من جسم مضاد لآخر و تساعد هذه المواقع على حدوث الارتباط المحدد بين مولد الضد والجسم المضاد الملائم له، بطريقة تشبه القفل والمفتاح، ويؤدي هذا الارتباط إلى تكوين مركب **معقد من مولد الضد والجسم المضاد** أو **Antibody – Antigen complex** .

يسمى موقع ارتباط مولد الضد على الجسم المضاد **بالجزء المتغير** لأن شكله يتغير من جسم مضاد إلى آخر، أما الجزء المتبقي من الجسم المضاد فيسمى **بالجزء الثابت** ، وهو ثابت التركيب في جميع أنواع الأجسام المضادة.

اختبر نفسك: كم عدد السلاسل التي تكوّن الجسم المضاد؟ أذكرها.



الشكل 7: تركيب الجسم المضاد

ابحث

عند إجراء عمليات نقل الدم Blood Transfusion أو نقل الأنسجة والأعضاء Tissue Organ Transplants يقوم الأطباء بدراسة التوافق النسيجي بين الشخص المتبرع والشخص المستقبل.

ابحث حول أهمية هذه الخطوة وعلاقتها بالأجسام المضادة ومولدات الضد.

ابحث

في الحالة الطبيعية، لا يقوم جهاز المناعة بمهاجمة خلايا الجسم، لكنه يبدأ بمهاجمتها عند تحولها إلى خلايا سرطانية، لذا نقول بأن الجهاز المناعي يستطيع التمييز بين ما هو ذاتي Self وما هو غير ذاتي Non-Self.

اكتب تقريراً تناقش فيه قدرة جهازنا المناعي على التمييز بين الخلايا المصابة والخلايا السليمة.

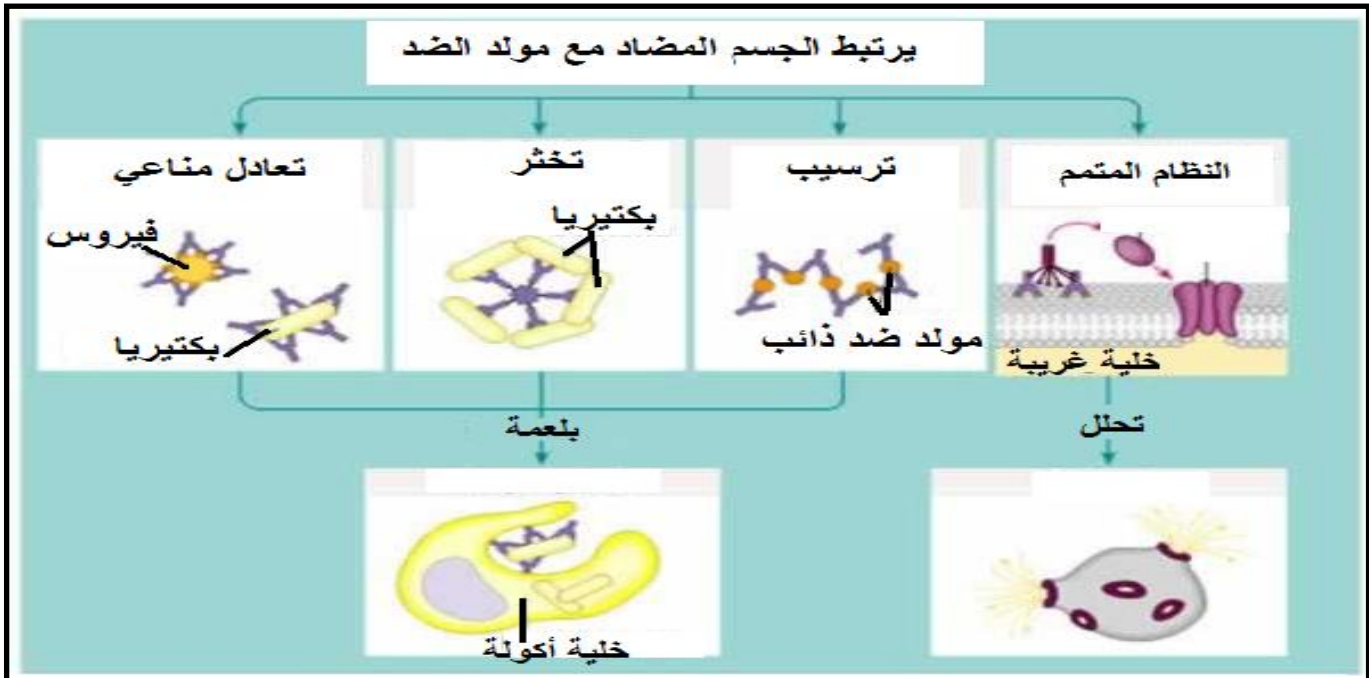
تعمل الأجسام المضادة على القضاء على مسبب المرض (مولد الضد) ومنع انتشاره في الجسم بأربعة طرق أساسية حسب نوع وحجم مولد الضد كما هو موضح في الشكل (8):

1. إذا كان حجم مولد الضد صغيراً، كأن يكون بروتيناً ساماً ذائباً في البلازما وحجمه يقارب حجم الجسم المضاد، فإن الجسم المضاد يرتبط بمولد الضد و يعمل على ترسيبه في الدم، مما يسهل وصول الخلايا الأكلة إليه والتهايمه، وتعرف هذه الآلية باسم **الترسيب Precipitation**.

2. ، أما إذا كان مولد الضد جزءاً من خلية بكتيرية كبيرة الحجم بالنسبة إلى الجسم المضاد فإن مجرد ارتباط الجسم المضاد لا يحدث تأثيراً كبيراً، ولكن ارتباط أعداد كبيرة من الأجسام المضادة بالخلية البكتيرية يؤدي إلى جعلها أكثر عرضة للخلايا الأكلة التي تحيط بها وتلتهمها، وتسمى هذه الآلية **بالتعادل المناعي Neutralization**.

3. بعض أنواع الأجسام المضادة قادر على الارتباط بعدة مولدات ضد، وبذلك فهي تساعد على تجميع مولدات الضد و تحد من انتشارها ، وهذا أيضاً يسهل التهام الخلايا الأكلة لمولدات الضد، وتعرف هذه الآلية باسم **التجميع أو التخثر Agglutination**.

4. ارتباط الأجسام المضادة بمولدات الضد الخاصة بها على سطح خلية بكتيرية مثلاً يؤدي إلى تحفيز مجموعة من بروتينات الدم تسمى **بروتينات النظام المتمم Complementary System Proteins** الذي يسبب ثقب الخلية البكتيرية ومن ثم انفجارها،



الشكل 8 : آلية عمل الأجسام المضادة

Unit 12AB.4

تفاعل الحساسية Allergic Reaction:

الحساسية **Allergy** هي استجابة مناعية لمادة معينة غير ممرضة بطبيعتها و تحدث الحساسية عند بعض الأشخاص دون غيرهم ، وللحساسية أنواع كثيرة وأسباب متنوعة ومختلفة، كالحساسية لحبوب اللقاح، أو لأغذية معينة أو لروائح معينة...إلخ.

ومن أكثر أنواع الحساسية انتشاراً، **الحساسية الأنفية Allergic rhinitis** والمعروفة باسم "**حمى القش Hay fever**"، وينتج هذا النوع من الحساسية عن **استجابات مناعية مبالغ فيها Hyper Immune Responses** عند التعرض لحبوب اللقاح في مواسم إزهار النباتات.

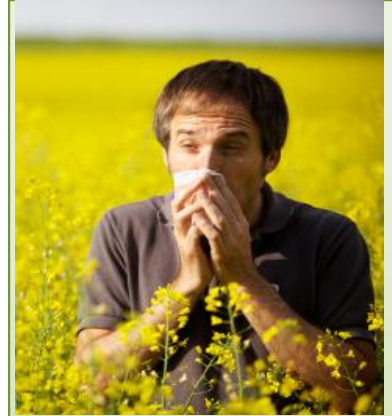
وتحتوي حبوب اللقاح ضمن تركيبها مواد سكرية وبروتينية يعتبرها الجسم عند دخولها إليه عبر الأنف مولدات ضد، وتستطيع الخلايا الليمفاوية البائية التعرف على مولدات الضد عبر المستقبلات التي على سطحها، كما درست سابقاً، لتبدأ التفاعلات المناعية التي تميز حالات التحسس بالتسلسل التالي: (أنظر الشكل رقم 9).

1. عند التعرض لمسبب الحساسية كحبوب اللقاح لأول مرة يرتبط مسبب الحساسية بالخلايا البائية لتتحول إلى خلايا بلازمية ، و التي تقوم بإنتاج نوع خاص من الأجسام المضادة يسمى **IgE**.

2. يستطيع هذا النوع من الأجسام المضادة الارتباط بمستقبلات خاصة على سطح نوع من الخلايا تسمى "**الخلايا الصارية Mast Cells**" والتي توجد عادة في الأنسجة.

3. في حال التعرض مرة ثانية لمسبب الحساسية نفسه فإنه يرتبط مع الأجسام المضادة الموجودة على أسطح الخلايا الصارية التي تبدأ بإنتاج مادة **الهستامين Histamine** والتي تتسبب بدورها بتوسع الشعيرات الدموية في منطقة الأنف والعينين بصورة خاصة، كما تزيد من نفاذية الشعيرات الدموية، لتسبب احمرار منطقة الأنف والعينين، وزيادة إنتاج المخاط، وانتفاخ تلك الأعضاء نتيجة زيادة السائل النسيجي الراشح، وهي الأعراض المميزة للتحسس الأنفي.

يتم علاج حالات الحساسية بأدوية تسمى **بمضادات الهستامين Antihistamines**، والتي تعمل إما من خلال تخفيض إنتاج الهستامين، أو منع وصوله إلى الخلايا المستهدفة كالخلايا المفرزة للمخاط وخلايا الشعيرات الدموية .



فحص الحساسية



Unit 12AB.4

أضف إلى معلوماتك:

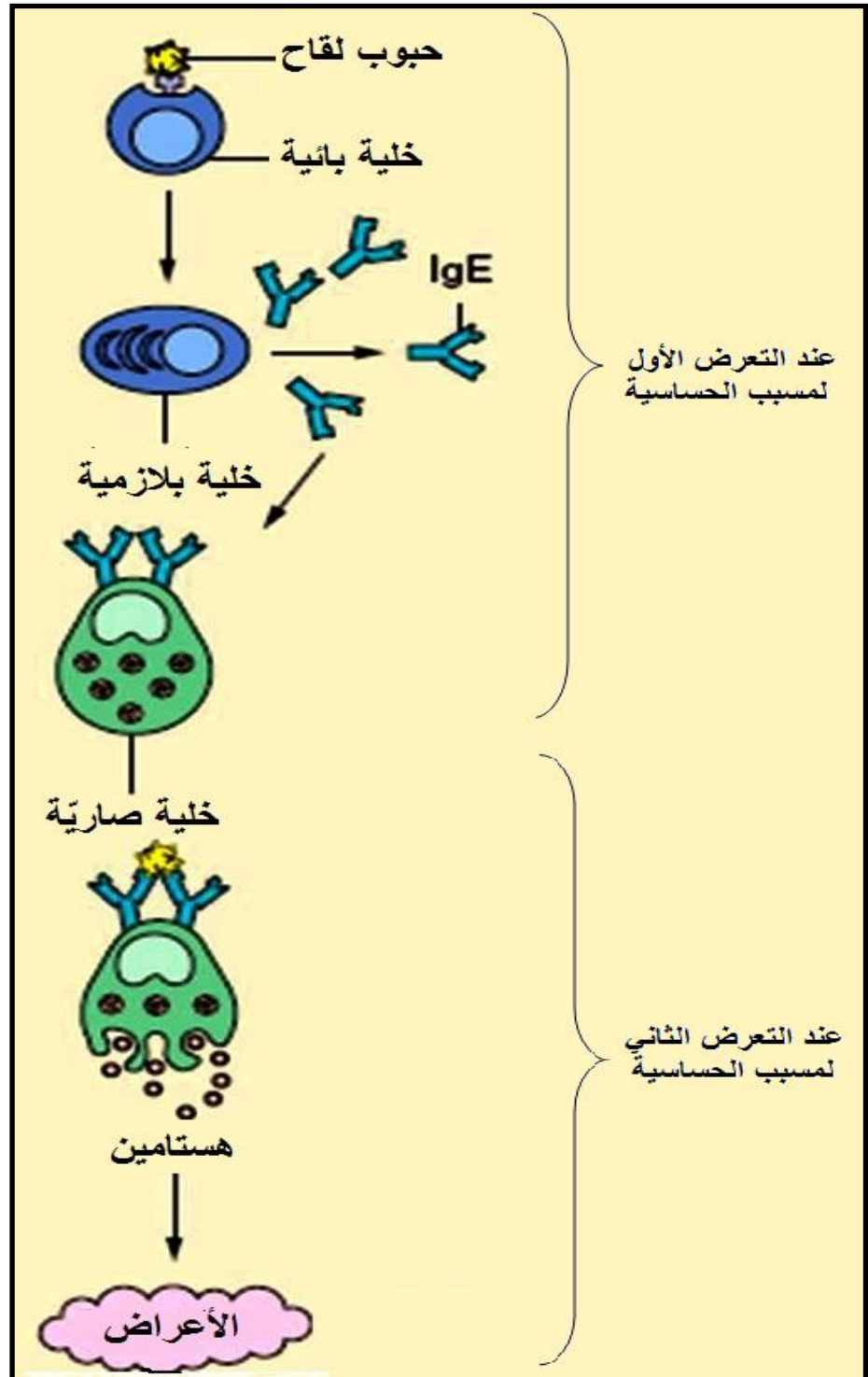
على الرغم من أن معظم حالات الحساسية لا تتسبب بأعراض خطيرة للإنسان، إلا أن بعض أنواع الحساسية المفرطة المسماة "صدمة الحساسية" أو **Anaphylactic Shock**، تكون خطيرة جداً وقد تؤدي بحياة الإنسان، إذ أنها تكون على مستوى الجسم بالكامل وليس على مستوى أحد الأجهزة أو الأعضاء فقط.

وعادة ما ينتج هذا النوع من الحساسية عن وصول بعض المواد الكيميائية إلى مجرى الدم، ويشمل ذلك:

- سم الحشرات والأفاعي.
- الأدوية كالمضادات الحيوية.
- المواد الغذائية.

وغالباً ما تظهر أعراض هذا النوع من الحساسية بشكل قوي وسريع جداً قد يكون بضع ثواني إلى دقائق فقط، وتشمل الأعراض ما يلي:

- ألم شديد في البطن.
- صعوبة في التنفس.
- صعوبة في عملية البلع.
- ظهور طفح جلدي في كامل الجسم.



الشكل 9: الاستجابة المناعية في حمى القش

المناعة والتحصين Immunity and Vaccination

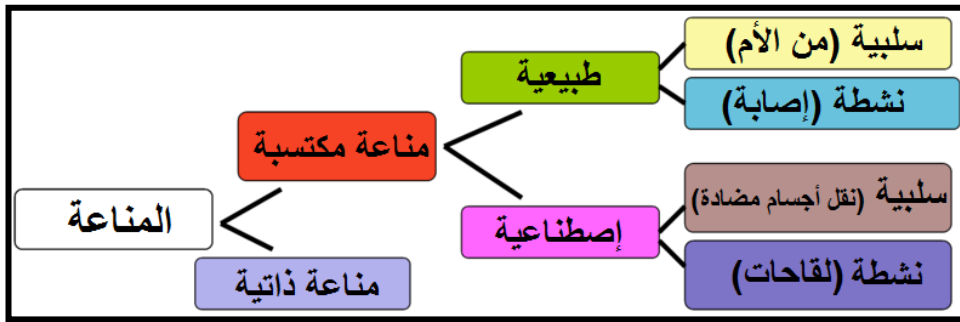
درست سابقاً كيف يقوم جهاز المناعة بمقاومة مسببات المرض من خلال إنتاج الأجسام المضادة أو الخلايا التائية القاتلة، وعرفت أن جهاز المناعة يقوم بإنتاج خلايا الذاكرة المناعية **Immune Memory Cells** في كل استجابة مناعية، حيث تقوم خلايا الذاكرة تلك بتحفيز الاستجابة المناعية الثانوية **Secondary Immune Response** في حال دخول مسبب المرض مرة أخرى إلى الجسم، ليكون الجسم قادر على مقاومة المرض بكفاءة أعلى وبسرعة أكبر، ونقول حينها أن الجسم أصبح "مُحصناً مناعياً **Immunized**" ضد مسببات الأمراض.

هنالك طريقتان يتم عبرهما تحصين الجسم مناعياً **Immunization** ضد الأمراض وهما:

1. التحصين النشط (الإيجابي) **Active Immunization**.

2. التحصين السلبي **Passive Immunization**.

ويبين الشكل (11.6.1) ملخصاً لطرق اكتساب الجسم للمناعة ضد مسببات المرض.



الشكل 11.6.1: طرق اكتساب الجسم للمناعة ضد مسببات المرض

الأهداف:

على الطالب أن :-

- 1- يميز بين مفهومي اللقاح و المصل.
- 2- يقارن بين المناعة السلبية و النشطة (الإيجابية).
- 3- يشرح دور التحصين المناعي في مكافحة الأمراض.

المصطلحات الأساسية:

- تحصين مناعي
Immunization
- تحصين مناعي نشط
Active Immunization
- تحصين مناعي سلبي
Passive Immunization
- مناعة نشطة طبيعية
Natural Active Immunity
- مناعة نشطة اصطناعية
Artificial Active Immunity
- مناعة سلبية
Passive Immunity
- لقاحات
Vaccines
- تطعيم
Vaccination

Unit 12AB.4

أضف إلى معلوماتك،، "إكتشاف اللقاحات"

يعود الفضل في اكتشاف اللقاحات والتحصين المناعي الإصطناعي إلى العالم الإنجليزي إدوارد جينير Edward Jenner الذي كان أول من طور لقاحاً ضد مرض الجدري القاتل المسمى Small Pox، لذا يسمية البعض بأبو علم المناعة، حيث ساهم هذا الإكتشاف في تحسين حياة البشر بشكل كبير منذ بدايات القرن التاسع عشر. بدأ الفصل الأول لقصة أول لقاح في التاريخ عام 1798، عندما لاحظ جينر أن العاملات اللواتي يعملن في حلب الأبقار لا يُصبن بمرض الجدري البشري Small Pox بعد أن يُصبن بمرض جدري الأبقار Cow Pox. بدأ الطبيب يبحث في خفايا هذا السر، فإكتشف أن جدري البقر نوعان، يشبه أحدهما جدري الإنسان، فاستفاد منه واختبر بثوره في ذراع أحد المتطوعين الذي اكتسب مناعة ضد جدري البشر المميت، من هذه البداية ظهرت عشرات اللقاحات وتطورت أساليب استخلاصها إلى أن ظهر الآن علم متكامل اسمه علم المناعة يرجع الفضل الأول فيه إلى تجارب إدوارد جينر.

طفل مصاب بالجدري



أولاً.التحصين النشط **Active Immunization**

ويعرف أيضاً **بالمناعة النشطة Active Immunity**، وهي المناعة التي تتكون نتيجة دخول مسبب المرض (أو جزء منه) إلى الجسم، وسميت بهذا الاسم لأن للجسم دور فعال وإيجابي في تكوينها وذلك من خلال الاستجابات المناعية المتمثلة في إنتاج الأجسام المضادة أو الخلايا التائية القاتلة بالإضافة إلى خلايا الذاكرة.

يمكن تقسيم هذا النوع من المناعة إلى :

1. مناعة نشطة طبيعية Natural active immunity :
وهي المناعة التي يكتسبها الفرد نتيجة الإصابة الطبيعية بمسبب مرض ما أصاب الجسم وتم الشفاء منه، حيث يقوم الجسم بتكوين أجسام مضادة متخصصة أو خلايا تائية نوعية لمقاومة مسببات المرض تلك بالإضافة إلى خلايا الذاكرة التي تقاوم مسبب المرض في حال عودته، وتختلف مدة بقاء واستمرار هذه المناعة في الجسم حسب نوع مسبب المرض وحسب نوع خلايا الذاكرة التي تتكوّن ضده كما درست سابقاً.

2. مناعة نشطة اصطناعية **Artificial active immunity**

هذا النوع من المناعة يمكن استحداثه في الجسم بحقن أنواع مختلفة من **اللقاحات Vaccines** في الجسم لتنشيطه لتكوين خلايا ذاكرة مناعية تبقى موجودة في الجسم إلى حين حدوث إصابة بمسبب المرض الذي تم التحصين ضده، ويساعد هذا التحصين على حماية الجسم بصورة استباقية من بعض الأمراض التي قد تشكل خطورة على حياة الإنسان عند الإصابة بها كالجدري وشلل الأطفال و الدفتيريا والكزاز والسعال الديكي.

يعد اكتشاف **اللقاحات Vaccines** من أهم الإنجازات الطبية في القرن الماضي وهي مستحضرات حيوية تحتوي غالباً على مسببات المرض إما ضعيفة أو ميتة أو على أجزاء منتقاة منها بحيث لا تكون كافية لإحداث الإصابة بالمرض، و تسبب اللقاحات بعد حقنها في الجسم تنشيط الخلايا المناعية لتكوين استجابة مناعية قد تصل لطول عمر الفرد أو تعطي الجسم مناعة لفترة قصيرة حسب نوع مسبب المرض وثبات تركيبه البروتيني والوراثي.

Unit 12AB.4

- أنواع اللقاحات (إثرائي)

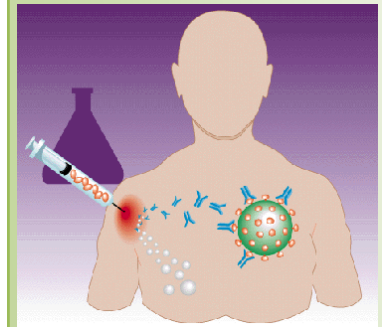
تختلف أنواع اللقاحات باختلاف طريقة تحضيرها ومحتوياتها والأمراض التي تستهدفها، و يظهر الجدول التالي أهم أنواع اللقاحات :

نوع اللقاح	تركيبه	أمراض فيروسية	أمراض بكتيرية
لقاحات مسببات المرض المقتولة Killed Pathogens	مسببات المرض المقتولة، والتي يتم تدميرها باستخدام مواد كيميائية أو إشعاعية معينة أو باستخدام الحرارة أو المضادات الحيوية	لقاح الإنفلونزا ، لقاح Polio ، لقاح التهاب الكبد الوبائي Hepatitis ، ولقاح داء السعار Rabies	الكوليرا Cholera
لقاحات مسببات المرض المضعفة (المُعطلة) Attenuated Vaccines	مسبب مرض حي لكنه ضعيف، أو قد يستخدم كائن حي دقيق قريب من الناحية التركيبية من مسبب المرض الأصلي	الحمى الصفراء ، yellow fever ، الحصبة measles ، والحصبة الألمانية Rubella ، والنكاف Mumps	كالتيفويد Typhoid والسل Tuberculosis
توكسويد (مادة سامة) Toxoids	مواد سامة (بروتينية غالباً) ينتجها كائن حي مسبب للمرض كالبكتيريا والفطريات أو حتى العقارب والشعابين وغيرها من الكائنات المفترزة للسموم. ويمكن الحصول على هذه المواد من الكائن الحي نفسه أو بالهندسة الوراثية.	لم يتم تطوير لقاحات فيروسية حتى الآن	لقاحات مرض الكزاز Tetanus والدفتيريا Diphtheria

قضية للبحث،،،

تعتبر حاجة البشر للقاحات من أكثر الاحتياجات إلحاحاً في العصر الحالي لما في ذلك من تحقيق لرغبات الإنسان في حياة أطول وأكثر صحة، وقد عمدت المؤسسات البحثية والطبية وعلى رأسها منظمة الصحة العالمية WHO إلى تمويل مشاريع ضخمة لتطوير لقاحات للعديد من الأمراض السارية والمعدية لتوفيرها على نطاق واسع وبأسعار زهيدة لتكون بمتناول جميع الشعوب.

اكتب تقريراً حول الاتجاهات الحديثة في تطوير اللقاحات كاللقاحات المركبة **Conjugate Vaccines** ولقاحات المادة الوراثية **DNA vaccines** وناقش الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والأخلاقية لتطوير تلك اللقاحات.



Unit 12AB.4

فضية للبحث،،،

قم مع مجموعة من زملائك بزيارة أحد المراكز الصحية القريبة من مدرستك لإجراء دراسة حول أنواع اللقاحات التي يتم تقديمها للأطفال والبالغين في قطر، واكتب تقريراً توضح فيه جهود المجلس الأعلى للصحة في نشر التوعية حول التحصين المناعي، وبرامج التحصين في دولة قطر، بالإضافة إلى أنواع اللقاحات المتوفرة وطرق ومواعيد تقديمها للأطفال والبالغين.



ينطوي التحصين النشط على عدة مميزات لمساعدته في بناء مناعة أفراد المجتمع ضد الأمراض الأكثر خطورة والأكثر انتشاراً، مما ساعد على مر السنوات في القضاء على الكثير من الأمراض الخطيرة كالجدري القاتل الذي يسببه فيروس **Small Pox** والذي تم التخلص منه تماماً في العام 1977، بالإضافة إلى أن المناعة المتكونة نتيجة هذا النوع من التحصين تكون طويلة الأمد وقد تستمر طوال الحياة كما في حالة الحصبة.

إلا أنه وعلى الرغم من ميزاته، فإن هذا النوع من التحصين يواجه الكثير من الانتقادات في الكثير من المجتمعات لانطوائه على خطورة وجود كائنات دقيقة فعالة أو مواد سامة نشطة في اللقاحات مما قد يشكل خطورة على حياة الإنسان، وهذا ما يجعل الكثير من الآباء يعارضون فكرة التحصين، رغم توصيات منظمات الصحة المحلية والدولية على الالتزام ببرامج التحصين التي تضعها المؤسسات الصحية في الدولة، لما لذلك من أثر في تطور المجتمع وحماية أفراد من الأمراض، وتخفيض كلفة الرعاية الصحية على المدى الطويل.

ثانياً. التحصين السلبي **Passive Immunization**

ويعرف أيضاً **بالمناعة السلبية Passive Immunity**، وهي المناعة التي تتكون نتيجة حقن الجسم بالأمصال **Sera** التي تحتوي على **أجسام مضادة Antibodies** جاهزة أو حصول الجسم على تلك الأجسام المضادة من الأم عبر المشيمة في المرحلة الجنينية أو عبر الرضاعة الطبيعية لاحقاً، وهو الأمر المهم في حماية الأطفال الرضع من الإصابة بمسببات المرض الخطيرة، التي لم تتعرض أجسامهم لها، وبالتالي لا يمتلكون مناعة ضدها، وسميت المناعة السلبية بهذا الاسم لأن الجسم يحصل على أجسام مضادة جاهزة ضد مسببات الأمراض أو المواد السامة التي تهاجمه ولا يكون للجسم دور فعال في تكوينها.

يستخدم التحصين السلبي في الحالات المرضية التي تستدعي إحداث مقاومة مناعية فورية وسريعة، كانتشار عدوى مرض معين بشكل سريع وكبير في المجتمع كما في حالة انفلونزا الخنازير (**H1N1**) أو التعرض للأفاعى أو الحشرات السامة أو العقرب التي يُعطى فيها المصاب أمصالاً خاصة، أو التعرض لالتهاب الكبد الوبائي والتيفونيد.

يتم تحضير الأمصال بطرق كثيرة كان من أهمها الحصول على الأجسام المضادة من دم بعض الحيوانات كالأرانب والخيول بعد حقنها بمسبب المرض، ثم الحصول على أجسامها المضادة، أما حالياً فيتم تصنيع معظم تلك الأمصال باستخدام تقنية الهندسة الوراثية **Genetic Engineering**.



تتميز المناعة السلبية بسرعة تأثيرها في الجسم للقضاء على مسبب المرض، على عكس المناعة النشطة التي يحتاج الجسم إلى فترة طويلة لبنائها، إلا أن استخدام هذا النوع من التحصين له مساوئها التي تنطوي على صعوبة الحصول عليه عند الحاجة، أو تلوثه، أو تنشيطه لاستجابات مناعية غير مرغوبة أو تفاعلات حساسية نتيجة تعامل أجسامنا معه على أنه جسم غريب يجب مقاومته.

اختبر نفسك: اذكر الفرق بين اللقاح والمصل.

أسئلة نهاية الوحدة الرابعة

أولاً : الاختيار من متعدد

1. يعتبر كل من الجلد والأغشية المخاطية جزءاً من: (11.1)
- أ. الجهاز المناعي التخصصي.
 - ب. الجهاز المناعي غير التخصصي.
 - ج. قد يكونا جزءاً من الجهاز المناعي التخصصي أو غير التخصصي بالاعتماد على نوع مسبب المرض.
 - د. الجهاز المناعي التخصصي عند مقاومة البكتيريا فقط.

2. أي من التالية صحيح فيما يخص الخلايا الأكلة: (11.1)

- أ. عالية التخصص في أدائها.
- ب. تنتج أجساماً مضادة.
- ج. غير متخصصة في أدائها.
- د. مسؤولة عن تفاعل الحساسية.

3. أي مما يلي ممكن أن يصف وظيفة الخلايا الليمفاوية البائية: (11.1)

- أ. تتحول إلى خلايا ذات أقدام كاذبة عند تعرضها لمولد ضد معين.
- ب. تتحول إلى خلايا ذات أقدام كاذبة عند تعرضها للفيروسات.
- ج. تنتج مولدات الضد.
- د. تنتج الأجسام المضادة.

4- تعمل الخلايا الليمفاوية البائية عادة ضد: (11.1)

- البكتيريا والفيروسات التي تتواجد خارج الخلايا وتنتشر في سوائل الجسم.
- الفيروسات التي بدأت فعلياً بالتكاثر.
- البكتيريا التي تتكاثر داخل خلايا الجسم.
- الخلايا السرطانية المتكاثرة.

5- عندما تنشط الخلايا الليمفاوية البائية، فإنها تبدأ بالانقسام مكونة: (11.1)

- أجسام مضادة ومولدات ضد.
- أجسام مضادة وخلايا تائية.
- أجسام مضادة وخلايا بلازمية.
- خلايا بلازمية وخلايا ذاكرة بائية.

6- أي مما يلي صحيح حول الخلايا التائية: (11.1)

- يتم إنتاجها في الكبد.
- يتم إنتاجها في الغدة الزعترية.
- تنضج في الغدة الزعترية.
- تنضج في نخاع العظم.

7- تفرز الخلايا التائية القاتلة ----- والتي تلعب دور ----- (11.1)

- أجسام مضادة ، المناعة المعتمدة على الأجسام المضادة.
- مولد الضد ، المناعة المعتمدة على الأجسام المضادة.
- مواد نشطة ، المناعة الخلوية .
- مواد نشطة ، المناعة المعتمدة على الأجسام المضادة .

8- تلعب الخلايا البائية دوراً مهماً في.....، بينما تلعب الخلايا التائية دوراً مهماً

في..... (11.1)

- أ. إيقاف مسببات المرض: تقوية المناعة الخلوية.
- ب. المناعة الخلوية: المناعة المعتمدة على الأجسام المضادة.
- ج. المناعة المعتمدة على الأجسام المضادة: المناعة الخلوية.
- د. المناعة النشطة: المناعة السلبية.

9- أي من الخلايا البيضاء تفرز الأجسام المضادة : (11.1)

- أ. الخلايا الأكلة .
- ب. الخلايا التائية القاتلة .
- ج. الخلايا التائية المساعدة .
- د. الخلايا البلازمية .

10- أي من الخلايا التالية مسؤولة عن سرعة الاستجابة المناعية الثانوية: (11.2)

- أ. الخلايا الذاكرة.
- ب. الخلايا التائية القاتلة.
- ج. الخلايا البلازمية .
- د. الخلايا الأكلة .

11- عندما يتعرض الشخص للإصابة بمسبب مرض للمرة الثانية في حياته، فإن استجابته المناعية تكون أقوى

وأسرع، وذلك بسبب: (11.2)

- أ. يصبح مسبب المرض أضعف عند إصابته للجسم للمرة الثانية.
- ب. تصبح الخلايا البائية والخلايا التائية أكبر حجماً بعد الإصابة الأولى.
- ج. يصبح الجسم أقوى عند تعرضه لمسبب المرض مرتين.
- د. تتعرف خلايا الذاكرة البائية والتائية على مسبب المرض بشكل أسرع لدى إصابته للجسم للمرة الثانية.

12. يصاب الشخص بمرض الجدري المائي مرة واحدة فقط طوال فترة حياته بسبب: (11.2)

- أ. قلة انتشار الفيروس.
- ب. يصيب الفيروس الأطفال فقط.
- ج. ضعف الفيروس وثبات تركيبه.
- د. ثبات تركيب الفيروس الكيميائي وقدرة الجسم على تكوين خلايا ذاكرة مناعية طويلة الأمد ضده.

13- تتتمي الأجسام المضادة إلى مجموعة: (11.3)

أ. الخلايا المناعية.

ب. الدهون المناعية.

ج. البروتينات المناعية.

د. الستيرويدات.

14- يوجد موقع ارتباط مولد الضد ضمن الجسم المضاد بين: (11.3)

أ. السلسلتين الخفيفتين.

ب. السلسلتين الثقيلتين.

ج. سلسلة خفيفة وسلسلة ثقيلة.

د. السلاسل الثابتة التركيب.

15- يتكون موقع ارتباط مولد الضد على الجسم المضاد من: (11.3)

أ. الجزء المتغير من السلسلة الثقيلة.

ب. الجزء المتغير من السلسلة الخفيفة.

ج. الجزء الثابت من السلسلة الخفيفة.

د. الجزء المتغير من كل من السلسلة الخفيفة والسلسلة الثقيلة.

16. تسمى العملية التي يرتبط من خلالها الجسم المضاد بمولد الضد الذائب في بلازما الدم وتمكين الخلايا الأكلة من التخلص منه بـ : (11.1)

أ. الترسيب.

ب. النظام المتمم.

ج. التعادل.

د. التخثر.

17- ما هو عدد الأجزاء المتغيرة التركيب في الجسم المضاد: (11.3)

أ. 1

ب. 2

ج. 3

د. 4

18- يزداد التحسس التنفسي في بعض المواسم بسبب: (11.5)

أ. تناول الأطعمة المحفوظة.

ب. ارتفاع درجة الحرارة.

ج. التعرض لحبوب لقاح بعض النباتات.

د. الرطوبة.

19. ينتج تفاعل الحساسية المعروفة باسم "حمى القش" عن إنتاج الجسم لـ: (11.5)

أ. الخلايا التائية القاتلة.

ب. مادة الهستامين.

ج. الأجسام المضادة.

د. مولدات الضد.

20. أي التالية يمثل التسلسل الصحيح لحدوث تفاعلات فرط الحساسية الأنفية: (11.5)

أ. التعرض لحبوب اللقاح، إنتاج الهستامين، ظهور أعراض الحساسية.

ب. التعرض لحبوب اللقاح، إنتاج الجسم المضاد IgE، تحفيز الخلايا الصارية، إنتاج الهستامين، ظهور أعراض الحساسية.

ج. التعرض لحبوب اللقاح، إنتاج الهستامين، تنشيط الخلايا البلازمية، إنتاج الأجسام المضادة IgE، ظهور أعراض الحساسية.

د. التعرض لحبوب اللقاح، إنتاج الجسم المضاد IgE، ظهور أعراض الحساسية.

21- ينتج عن التحصين بواسطة اللقاحات مناعة: (11.6)

- أ. سلبية اصطناعية.
- ب. نشطة اصطناعية
- ج. سلبية طبيعية
- د. نشطة طبيعية

22- يتزايد عدد الخلايا البائية اللمفاوية عندما يتعرض الجسم لـ: (11.1)

- أ. مولد الضد
- ب. الجسم المضاد
- ج. المضاد الحيوي
- د. الخلايا الأكلة

23- عند إصابتك بعدوى من شخص آخر فإنك تكتسب مناعة : (11.6)

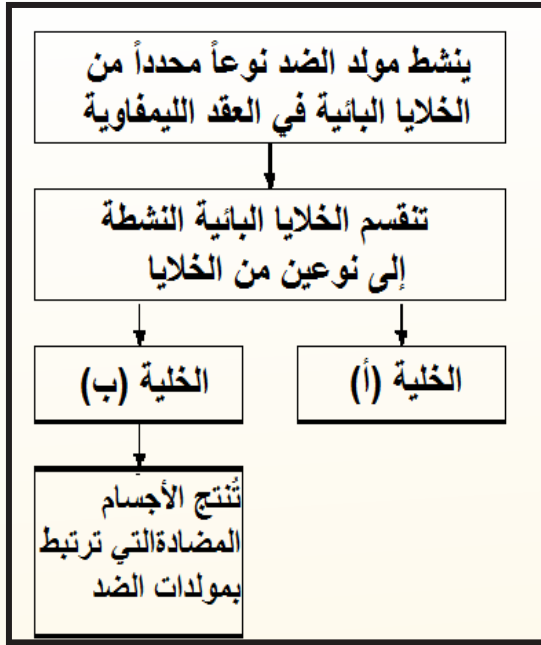
- أ. سلبية طبيعية
- ب. نشطة طبيعية
- ج. سلبية اصطناعية
- د. نشطة اصطناعية

24- تندرج الخلايا اللمفاوية البائية ضمن: (11.1)

- أ. استجابة مناعية غير متخصصة.
- ب. استجابة مناعية متخصصة.
- ج. استجابة مناعية غير متخصصة و متخصصة حسب نوع مولد الضد.
- د. استجابة مناعية غير متخصصة و متخصصة حسب نوع الجسم المضاد.

25- تنتج المناعة السلبية الاصطناعية من الحقن بـ : (11.6)

- أ. البكتيريا.
- ب. الفيروس.
- ج. الأجسام المضادة.
- د. مولدات الضد.



ثانياً: أسئلة الإجابة القصيرة

1- يُبين المخطط التالي بعضاً من مراحل الاستجابة المناعية

لمولدات الضد: (11.1)

أ. ما هو مولد الضد؟

ب. حدد أنواع الخلايا (أ) و (ب).

ج. وضح أهمية الخلايا من النوع (أ).

د. الإنفلونزا والحصبة من الأمراض التي تسببها الفيروسات، والتي تمتلك مولدات ضد على أسطحها الخارجية، استخدم معرفتك بمفهومى الأجسام المضادة ومولدات الضد، لتقترح سبباً لإصابة الأشخاص بالإنفلونزا عدة مرات خلال حياتهم بينما قد يصابوا بالحصبة مرة واحدة فقط. (11.3)

2- وضح الفرق في الاستجابة المناعية بين الخلايا التائية القاتلة Cytotoxic T-Cells والخلايا البائية B-Lymphocytes. (11.1)

3- حدد دور الخلايا التائية المثبطة في تنظيم آلية الاستجابة المناعية؟ (11.1)

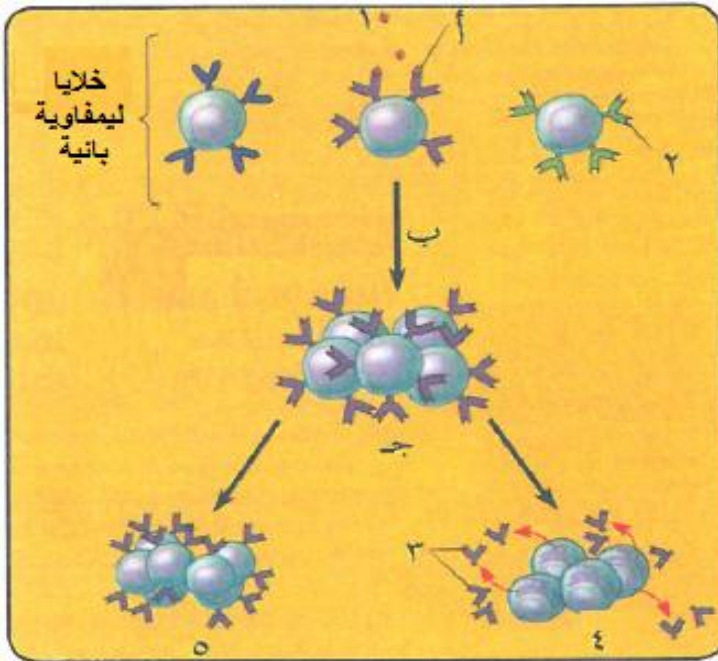
4- حمى القش، هي إحدى الاستجابات المناعية غير الطبيعية لدى الإنسان، صف كيفية نشوء هذه الحساسية، ولماذا لا يصاب جميع الناس بها في مواسم إزهار النباتات وإطلاق حبوب اللقاح؟ (11.5)

5- كيف تستجيب الخلايا الليمفاوية لدخول مسببات الأمراض إلى الجسم؟ (11.1)

6- تفرز الخلايا التائية المساعدة النشطة مواد كيميائية منشّطة، وضح تأثير هذه المواد على الخلايا البائية. (11.1)

7- صنف كل ما يأتي إلى خط دفاع أول أو خط دفاع ثاني في المناعة الطبيعية غير المتخصصة: (11.1)
دموع العينين- الأغشية المخاطية - الخلايا الأكولة - الخلايا القاتلة الطبيعية- إفرازات الجلد.

خط الدفاع الأول	خط الدفاع الثاني



8- يمثل الشكل المجاور ارتباط مولد الضد الغريب مع خلايا B و إنتاج سلالتي خلايا B، أجب عن الأسئلة التالية: (11.1)

أ. اكتب الأجزاء المرقمة في الشكل :

- 1:
- 2:
- 3:
- 4:
- 5:

ب. اذكر أسماء العمليات التي تحدث في المراحل:

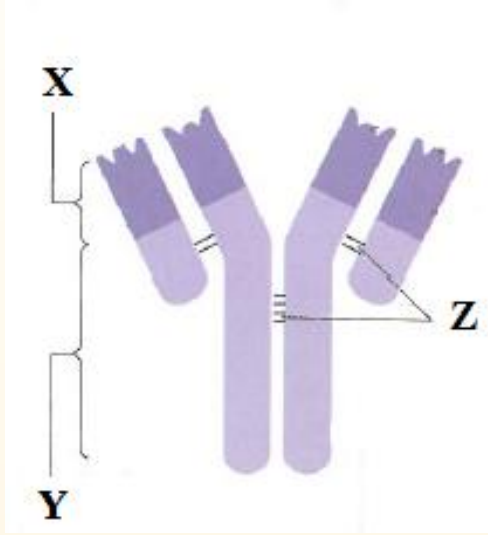
أ. ب: ج:

9- قارن بين الخلايا الليمفاوية التائية و البائية من حيث مكان تمايزها و أنواعها كما في الجدول التالي:

الخلايا الليمفاوية التائية	الخلايا الليمفاوية البائية	وجه المقارنة
		مكان تمايزها
		أنواعها

10- رغم توصيات منظمات الصحة المحلية والدولية على الالتزام ببرامج التحصين، إلا أن بعض الآباء يعارضون فكرة التحصين النشط، فسر السبب. (11.6)

11- أجب على الأسئلة التالية مستعينا بالشكل المجاور :



أ. حدد اسم المنطقة X و اذكر وظيفتها.

ب. حدد اسم المنطقة Y .

ج. حدد نوع الرابطة المشار لها Z .

12- فسر كيف يساعد التحصين على حماية الجسم من الأمراض؟ (11.6)

13- تعمل الأجسام المضادة على القضاء على مولدات الضد بعدة آليات و منها الترسيب. اشرح متى يلجأ الجهاز المناعي لهذه الآلية. (11.3)

Unit 12AB.4

14- يوضح الجدول التالي نوعي المناعة المتخصصة و غير المتخصصة. ضع إشارة (✓) مقابل العبارات الصحيحة، وإشارة (X) مقابل العبارات غير الصحيحة فيما يخص طريقة الدفاع في الجسم لكل نوع. (11.1)

طريق الدفاع في الجسم	المناعة المتخصصة	المناعة غير المتخصصة
الخلايا الليمفاوية البائية		
الخلايا الأكولة		
الدموع		
الخلايا التائية الليمفاوية		
الخلايا الذاكرة		
الخلايا البلازمية		
الأغشية المخاطية		

15- اذكر واحدة من إيجابيات و سلبيات التحصين النشط (الإيجابي). (11.6)

16- يحتوي سم الأفعى على بروتينات سامة يتعرف عليها جهاز المناعة باعتبارها مولدات ضد. في حالة لدغ شخص بأفعى سامة أيهما أفضل: إعطاء المصاب لقاح أم مصل؟ لماذا؟



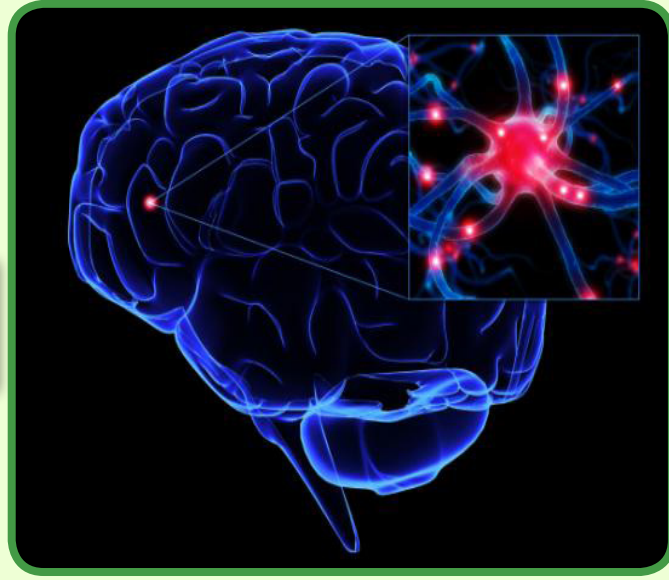
أجهزة التنظيم في الثدييات

العلاقات البيئية

Regulatory Systems in Mammals

Ecological Relationship

الوحدة الثالثة والسادسة
Unit 12AB.3 , 12AB6



الاتزان هو أحد أهم الخصائص التي تميز الأنظمة والمجتمعات الحيوية. فعلى مستوى الكائن الحي، يشكل اتزان البيئة الداخلية والحفاظ على تركيبها من التغير إلا في نطاق ضيق إحدى أهم ميزات الحياة وضرورتها. ويشكل الجهاز العصبي بمساعدة جهاز الغدد الصماء أهم أجهزة الحفاظ على الاتزان الداخلي بما يقوم به من إحساس بالمتغيرات الداخلية والخارجية وإعطاء الاستجابات المناسبة لها. ويحدث هذا الاتزان على مستوى المجتمعات الحيوية ككل، والتي يرتبط أفرادها بعلاقات غذائية متنوعة تضمن حالة من التوازن البيئي، والذي تمكن العلماء من فهمه واستغلاله في مجموعة من التطبيقات العلمية والاقتصادية كما هو الحال في تقنية مكافحة الحيوية.

Unit 12AB.3

المعيار 12A.9.1, 12A9.2
12A.9.3

الكلية، التنظيم الأسموزي وإخراج الفضلات الأيضية The Kidney, Osmoregulation and Metabolic Waste Control

الأهداف

على الطالب أن:

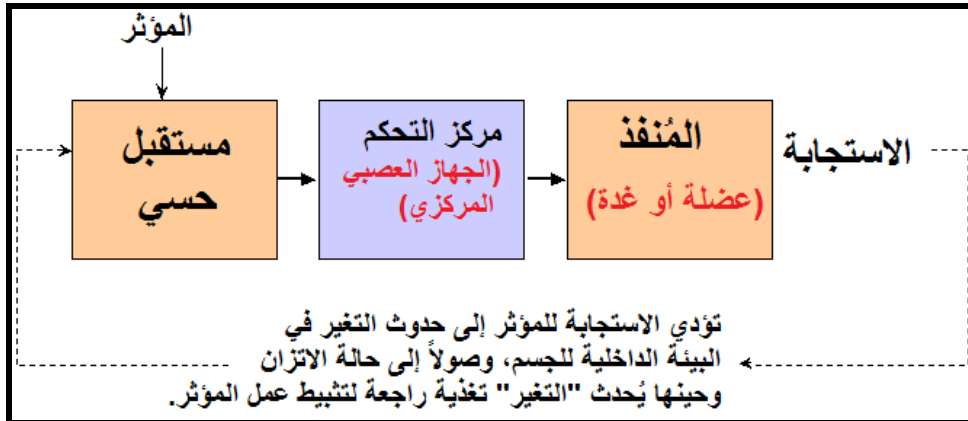
1. يصف التركيب الخارجي والداخلي للكلية.
2. يصف التركيب الدقيق للوحدات الكلوية والأوعية الدموية المتصلة بها.
3. يفسر دور الكلية في عملية التنظيم الأسموزي وإخراج الفضلات الأيضية في ضوء مفهوم القدرة المائية.
4. يشرح دور الغدة النخامية وهرموني ADH وألدوستيرون في عملية التنظيم الأسموزي.

المصطلحات الأساسية:

- الاتزان الداخلي
- Homeostasis
- التنظيم الأسموزي
- Osmoregulation
- الوحدة الكلوية (النفرون)
- Nephron
- الترشيح
- Filtration
- إعادة الإمتصاص الأنبوبي
- Tubular Reabsorption
- الإفراز الأنبوبي
- Tubular Secretion
- القشرة
- Cortex
- النخاع
- Medulla
- الهرمون المانع لإدرار البول
- Antidiuretic Hormone
- هرمون ألدوستيرون
- Aldosterone

تتميز الثدييات بقدرتها على الحفاظ على الثبات النسبي للبيئة الداخلية لأجسامها فيما يعرف باسم **الاتزان الداخلي Homeostasis**، حيث تمتلك الثدييات مجموعة من الأعضاء والأجهزة والآليات التي تمكنها من الحفاظ على تركيب السائل النسيجي والدم ثابتاً نسبياً رغم التغيرات التي قد تطرأ على البيئة الخارجية، ومن الأمثلة على ذلك، قدرة جسم الإنسان على الحفاظ على درجة الحرارة حول **37** درجة مئوية، والحفاظ على تركيز السكر في الدم بين **65** و **104** ملغرام/ديسيلتر، والحفاظ على كمية الماء وضغط الدم... الخ.

يقوم كل من الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء بالعمل مع مجموعة من الأعضاء والأنسجة في الجسم للحفاظ على الاتزان الداخلي وستدرس في هذه الوحدة بعض الأمثلة على ذلك ومنها **التنظيم الأسموزي Osmoregulation**، التنظيم الحراري وتنظيم نسبة السكر في الدم. ويوضح الشكل 9.1.1 الخطوات الأساسية لعمل أجهزة الاتزان الداخلي في الثدييات.



الشكل 9.1.1: آلية عمل أجهزة الاتزان الداخلي في الثدييات

Unit 12AB.3

"تذكر أن"

الفرق بين ضغط الدم والضغط

الأسموزي للدم:

يستخدم مصطلح "ضغط الدم" عادة لوصف الضغط المائي للدم على جدران الاوعية الدموية، تعتمد قيمة هذا الضغط بصورة أساسية على كمية الماء في الدم، أي على حجم الدم. وعادة ما تكون قيمة ضغط الدم الطبيعي حول 80/120 مم زئبقي.

أما الضغط الاسموزي للدم فيمثل نسبة الأملاح (المواد المذابة) في الدم، وعادة ما تكون القيمة الطبيعية للضغط الاسموزي للدم حول 300 mOsm/L.

ولا ترتبط قيم ضغط الدم بالضغط الاسموزي له بالضرورة، فلا يعني أن ضغط الدم المرتفع يعني ضغطاً أسموزياً مرتفعاً أو العكس.

التنظيم الأسموزي Osmoregulation:

درست سابقاً أن معظم كتلة جسم الكائن الحي تتكون من الماء، كما درست أن البيئة الداخلية للجسم تتشكل من السائل النسيجي والدم، واللذان يتكونان بصورة أساسية من الماء والمواد المذابة فيه، لذا فإن الحفاظ على كمية وحجم وتركيب الماء المكون للبيئة الداخلية للجسم يعتبر من أهم الوظائف الحيوية التي تقوم بها أجهزة التنظيم الداخلي في الجسم بالتعاون من الكلية. وتعرف العمليات التي يقوم بها الجسم للحفاظ على الضغط الأسموزي وكمية الماء في سائل الجسم المختلفة بالتنظيم الأسموزي، وتكفل هذه العملية الحفاظ على تركيز الأملاح والمعادن في تلك السوائل، بالإضافة إلى الحفاظ على المحتوى المائي لها حول مستوى معين. وتعتبر الكلية أهم الأعضاء المساعدة في الحفاظ على الضغط الأسموزي لسوائل الجسم وأهمها الدم.

تركيب الكلية ووظيفتها

Kidney Structure and Function

تقع كليتا الإنسان في الجانب الظهرى من منطقة البطن، وتشكلان الأعضاء الرئيسية للجهاز البولي. وتعمل الكليتان على تصفية الدم من الفضلات الأيضية كما تساعدان على التخلص من الماء والأملاح والمعادن الزائدة عن حاجة الجسم مما يساهم في التنظيم الأسموزي. يصل الدم إلى الكليتين عن طريق **الشريان الكلوي** بينما يغادرهما عن طريق **الوريد الكلوي**.

تحاط الكلية بطبقة من النسيج الدهني وطبقة من النسيج الرابط الليفي وتساعد هذه الأنسجة على حماية الكلية من الضرر وتثبيتها في موقعها. أما داخلياً فتحتوي الكلية على ملايين الوحدات الكلوية المسماة **نفرونات**.

Nephrons.

اختبر نفسك:

ما أهمية التنظيم الأسموزي للجسم؟

.....

.....

ارجع إلى كراسة الأنشطة والتدريبات وقم بتنفيذ تجربة تشريح كلية خروف.

Unit 12AB.3

"لمعلوماتك"

الجهاز البولي

Urinary Sytem

الجهاز البولي هو أحد أجهزة الإخراج وهو المسؤول عن تكوين وتخزين والتخلص من البول. ويقوم هذا الجهاز بطريقة غير مباشرة بتنظيم كمية الماء والأملاح في الدم، بالإضافة إلى تنظيم حموضة الدم.

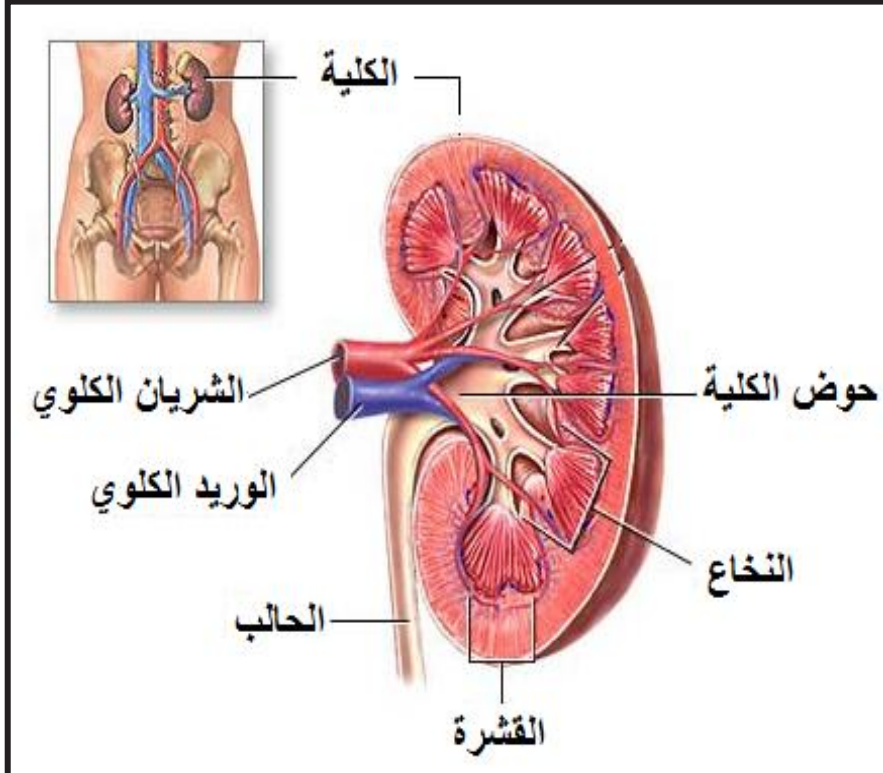
ويتكون الجهاز البولي من الكليتين ، ويمتد من كل منهما أنبوب عضلي يسمى الحالب Ureter يعمل على نقل البول من الكلية إلى المثانة البولية Urinary Bladder والتي تعمل على تخزين البول إلى حين إخراجها خارج الجسم عبر أنبوب عضلي آخر يسمى الإحليل Urethra.

وتعتبر النفرونات الوحدات الوظيفية الأساسية في الكلية، وهي المسؤولة عن تصفية الدم من الفضلات الأيضية وتنظيم المحتوى المائي للدم. وبالنظر إلى المقطع الطولي للكلية كما في الشكل 9.1.2 يمكنك تمييز ثلاث مناطق رئيسية للكلية، هي:

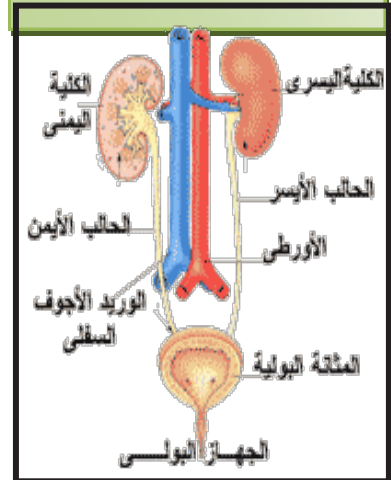
1. **القشرة Cortex**: وهي المنطقة الخارجية الداكنة من الكلية، والتي تتميز باحتوائها على شبكة كثيفة من الشعيرات الدموية.

2. **النخاع Medulla**: وهي المنطقة الوسطى فاتحة اللون، حيث تمتد النفرونات مشكلة تراكيب هرمية الشكل تعرف باسم **الأهرامات الكلوية Renal Pyramids**.

3. **حوض الكلية Renal Pelvis**: وهو التجويف المركزي للكلية حيث تصب الأهرامات الكلوية، ويعمل هذا الحوض على جمع البول من الأهرامات الكلوية وتمريضه إلى الحالب.



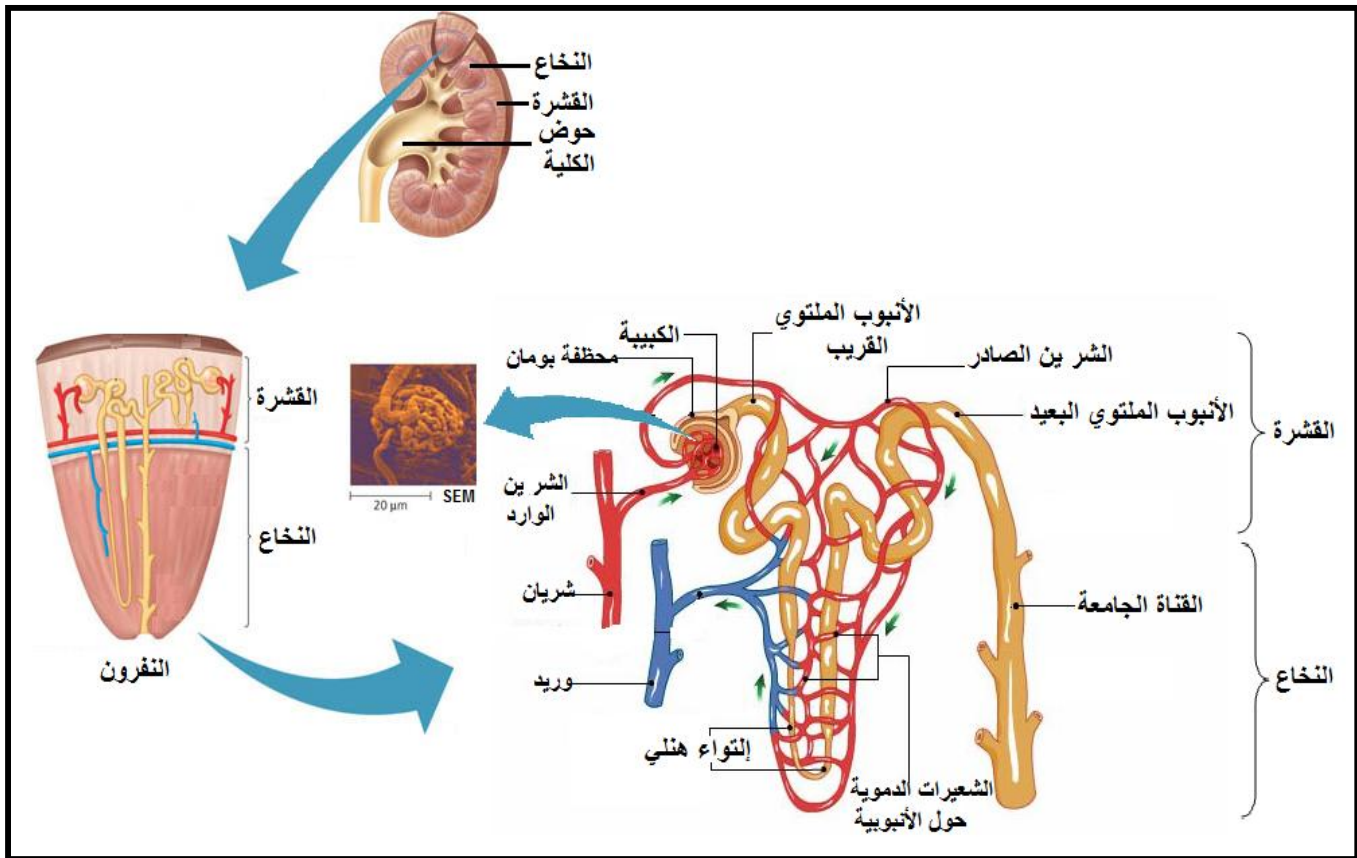
الشكل 9.1.2: تركيب الكلية في الإنسان



تركيب النفرونات Nephrons Structure:

النفرونات هي الوحدات التركيبية والوظيفية الأساسية في الكلية، وتحتوي الكلية الواحدة على ما يقارب **1.3** مليون نفرون. ويتكون النفرون من مجموعة من الأنابيب المجهرية، والمحاطة بشبكة من الشعيرات الدموية. ويبين الشكل 9.1.3 الأجزاء الرئيسية للنفرون والذي يتكون من أنبوب مغلق من نهايته الأولى والتي تمتلك شكلاً هلالياً يعرف باسم **محفظة بومان Bowman's Capsule** التي تتواجد في منطقة القشرة. تتصل محفظة بومان بالأنبوب **الملتوي القريب Proximal Convoluted Tubule**، ويمتد هذا الأنبوب إلى منطقة النخاع مشكلاً أنبوب على شكل الحرف U يسمى **التواء هنلي Loop of Henle** الذي يؤدي بدوره إلى **الأنبوب الملتوي البعيد Distal Convoluted Tubule** في منطقة القشرة مرة أخرى، ويتصل هذا الأنبوب **بالقناة الجامعة للبول Collecting Duct** والتي تجمع البول من عدد من النفرونات المختلفة وتنقله عبر النخاع إلى حوض الكلية.

تحاط الأجزاء المختلفة للنفرون بشبكة من الأوعية الدموية المتفرعة من الشريان الكلوي. حيث تستقبل محفظة بومان الدم عبر **الشريين الوارد Afferent Arteriole** الذي يتفرع بشكل كبير داخل تجويف المحفظة لتكون تجمعاً من الشعيرات الدموية الدقيقة جداً تعرف باسم **الكبيبة Glomerulus**، وبعد ذلك تتجمع الشعيرات الدقيقة لتكون **الشريين الصادر Efferent Arteriole** الذي يحمل الدم بعيداً عن محفظة بومان، ليعود ويلتف حول الأنابيب المكونة للنفرون مشكلاً شبكة من الأوعية الدموية تسمى **بالشعيرات الدموية حول الأنبوبية Peritubular Capillaries** التي تعود وتتجمع لتشكل **الوريد الكلوي Renal Vein**.



الشكل 9.1.3: تركيب النفرون

التنظيم الأسموزي وتكوين البول Osmoregulation and urine formation:

تقوم النفرونات بوظيفتها في تصفية الدم من الفضلات الأيضية وتنظيم المحتوى المائي للدم وتنظيم الضغط الأسموزي له ودرجة حموضته pH عبر سلسلة من العمليات التي تؤدي في نهايتها لتكوين البول، وهذه المراحل هي:

1. الترشيح Filtration.
2. إعادة الإمتصاص الأنبوبي Tubular Reabsorption.
3. الإفراز الأنبوبي Tubular Secretion.

أولاً. عملية الترشيح Glomerular filtration

يندفع الدم إلى الكبيبة عبر الشريين الوارد الذي يتميز باتساع قطره مقارنة بالشريين الصادر مما يسبب ارتفاع الضغط داخل الكبيبة (أنظر الشكل 9.1.4)، ويؤدي هذا الضغط المرتفع إلى ترشيح معظم الجزيئات صغيرة الحجم كالماء والأملاح والمعادن والأحماض الأمينية والجلوكوز واليوريا وغيرها من المواد صغيرة الحجم عبر غشاء الشعيرات الدموية الرقيقة للكبيبة إلى تجويف محفظة بومان مع ضمان عدم مرور خلايا الدم والبروتينات الرئيسية إلى تجويف المحفظة، وقد تكيفت جدران الكبيبة ومحفظة بومان للقيام بوظيفة الترشيح تلك عبر مجموعة من التكيفات التركيبية (أنظر الشكل 9.1.5) والتي تشمل:

- يتكون جدار الشعيرات الدموية في الكبيبة من طبقة واحدة فقط من الخلايا التي تحتوي على **فتحات مجهرية fenestrations** تسهل مرور المواد عبرها.

- **الغشاء القاعدي Basement Membrane** وهو طبقة من البروتينات السكرية والياف الكولاجين التي تشكل شبكة تشبه المصفاة تسهل مرور بعض المواد صغيرة الحجم، إلا أنها تمنع ترشيح مكونات الدم كبيرة الحجم كخلايا الدم والبروتينات الرئيسية للدم.

- يتكون جدار محفظة بومان من خلايا متخصصة ذات امتدادات إصبعية الشكل تسمى **الخلايا القدمية Podocytes**، تساعد على زيادة مساحة سطح عملية الترشيح، كما تساهم الفراغات الدقيقة بين تلك الخلايا على تسهيل مرور السائل الراشح من الدم إلى محفظة بومان.

اختبر نفسك:

التركيب الدقيق للنفرون يحتوي على عدد من الملائمات الوظيفية . استخلص ثلاثة من هذه الملائمات مع التفسير؟

.....

.....

تفكير ناقد :

ما الفرق بين الطول النسبي للنفرون في الحيوانات العادية والحيوانات الصحراوية ؟ فسر اجابتك.

.....

.....

Unit 12AB.3

"أضف إلى معلوماتك"

يشكل حجم السائل الراشح في الكليتين ما يقارب 180 لتر يومياً، بينما يتراوح حجم البول الطبيعي للشخص البالغ ما بين 1.2 – 1.4 لتر في اليوم ويتوقف حجم البول على :-

أ- عوامل غذائية:

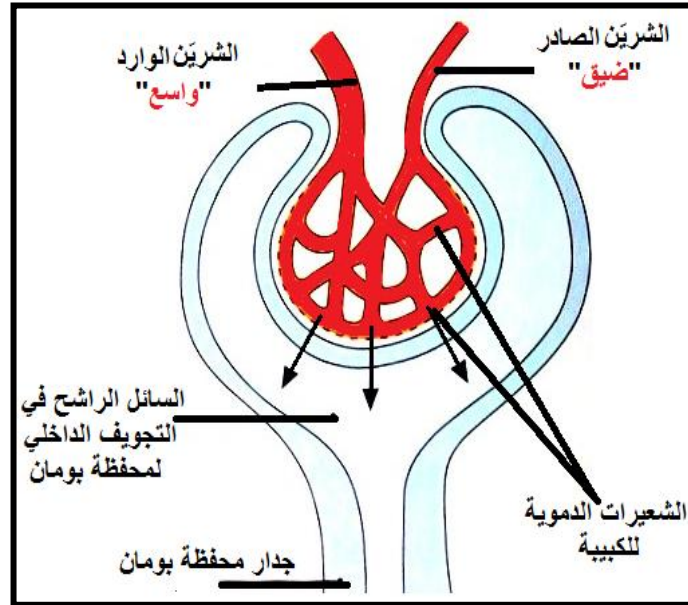
- 1- زيادة تناول المواد البروتينية تؤدي إلى زيادة حجم البول نظراً لتكون مادة البولينا والتي تتميز بأنها مدرة للبول .
- 2- كمية السوائل التي يتناولها الشخص أو الغذاء الغني بالماء.
- 3- زيادة كمية الأملاح بالطعام تؤدي إلى الزيادة في حجم البول .

ب- عوامل فسيولوجية:

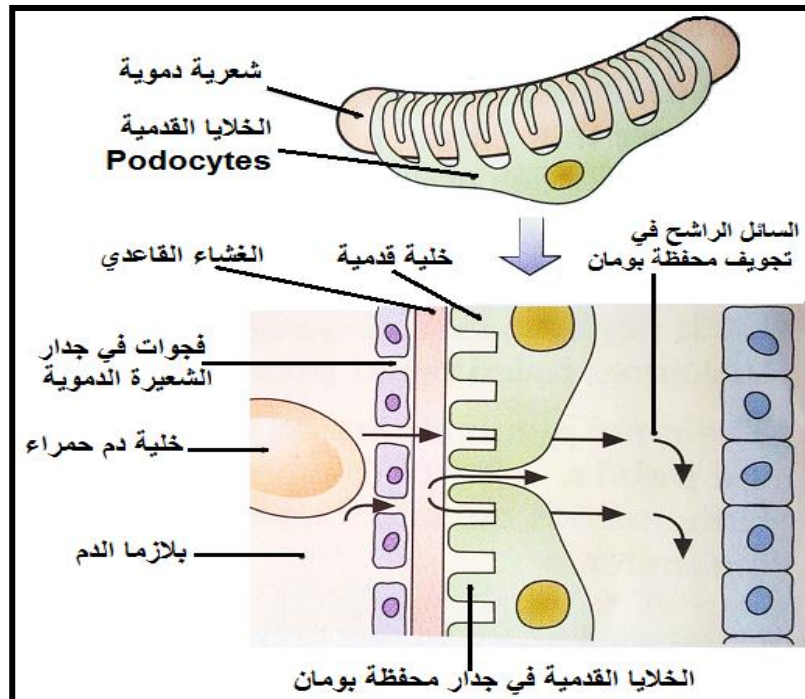
- 1- يقل حجم البول صيفاً نتيجة لنشاط الغدة العرقية.
- 2- يقل حجم البول بعد المجهود الجسماني الكبير لمقابلة الزيادة في إفراز العرق .
- 3- يقل حجم البول ليلاً (1 لتر) ويزداد نهاراً (1.2 لتر) .

ج- عوامل مرضية:

- 1- يزداد حجم البول في حالات البول السكري.
- 2- يزداد حجم البول عند ارتفاع ضغط الدم.
- 3- تؤدي بعض الأمراض العصبية إلى زيادة حجم البول عن المعدل الطبيعي.



الشكل 9.1.4: التركيب الدقيق لمحفظة بومان



الشكل 9.1.5: عملية الترشيح في محفظة بومان

ثانياً. إعادة الامتصاص والإفراز الأنبوبي

Tubular Reabsorption and Secretion

تتميز عملية الترشيح بالكفاءة العالية بحيث يرشح ما يقارب 20% من الماء والمواد الذائبة في الدم عبر الكبيبة إلى تجويف محفظة بومان. ويبين الجدول أدناه تركيب كل من السائل الراشح وبلازما الدم والبول (الأرقام للاطلاع الذاتي)، ويلاحظ من الجدول التشابه الكبير بين تركيب السائل الراشح وبلازما الدم باستثناء البروتينات وخلايا الدم لعدم قدرتهما على المرور عبر الغشاء القاعدي، بينما يختلف تركيب كل من السائل الراشح والبلازما والبول حيث كما تلاحظ، تقل نسبة الماء ويختفي الجلوكوز والأحماض الأمينية في البول بينما تزداد نسبة اليوريا.

وتعود هذه الاختلافات بين السائل الراشح والبول لعملية إعادة الامتصاص والإفراز عبر الأنابيب الكلوية، كما سترى لاحقاً.

المادة/ الجزيء	التركيز (غ/100 مل)		
	البول	السائل الراشح	البلازما
الماء	متغير	90-93	90-93
البروتينات	—	—	7-8.5
اليوريا	2	0.03	0.03
الجلوكوز	—	0.1	0.1
الأحماض الأمينية	—	0.05	0.05
الصوديوم	0.6	0.32	0.32
البوتاسيوم	0.15	0.02	0.02
الكالسيوم	0.015	0.01	0.01
المغنيسيوم	0.01	0.0025	0.0025
الكلورايد	0.6	0.37	0.37
الأمونيا	0.05	0.0001	0.0001
حمض اليوريك	0.03	0.002	0.002

"أضف إلى معلوماتك"

أمراض الكلية

ينبىء فحص البول عن كثير من الأمراض التي تظراً على الجهاز البولي أو غيره من أجهزة الجسم. وعلى ذلك فإن كثرتة أو قلته أو عدم صفائه أو تغير لونه أو اختلاطه بالدم أو وجود الحديد أو بويضات بعض الطفيليات مثل البلهارسيا علامات لمرض ما.

ويعد ظهور بعض المواد الغذائية في البول أيضاً من العلامات المرضية الهامة، ومنها:

- وجود الجلوكوز في البول دلالة على الإصابة بمرض البول السكري.

- ظهور الزلال (البروتينات) غالباً ما يدل على تلف قليل أو كثير في محفظة بومان.

- ارتفاع نسبة حمض البوليك دلالة على الإصابة بمرض النقرس.

- ارتفاع نسبة بعض الأملاح مثل إرتفاع نسبة أوكسالات أو فوسفات الكالسيوم أو أملاح حمض اليوريك أو عنصر الكالسيوم دلالة على تكون حصى الكلى.

نشاط بحثي

يخضع مرضى الفشل الكلوي إلى علاج يُعرف باسم "غسيل الكلية kidney dialysis"، ابحث في المصادر المناسبة حول آلية عمل أجهزة غسيل الكلى وفوائد ومخاطر استخدامها.

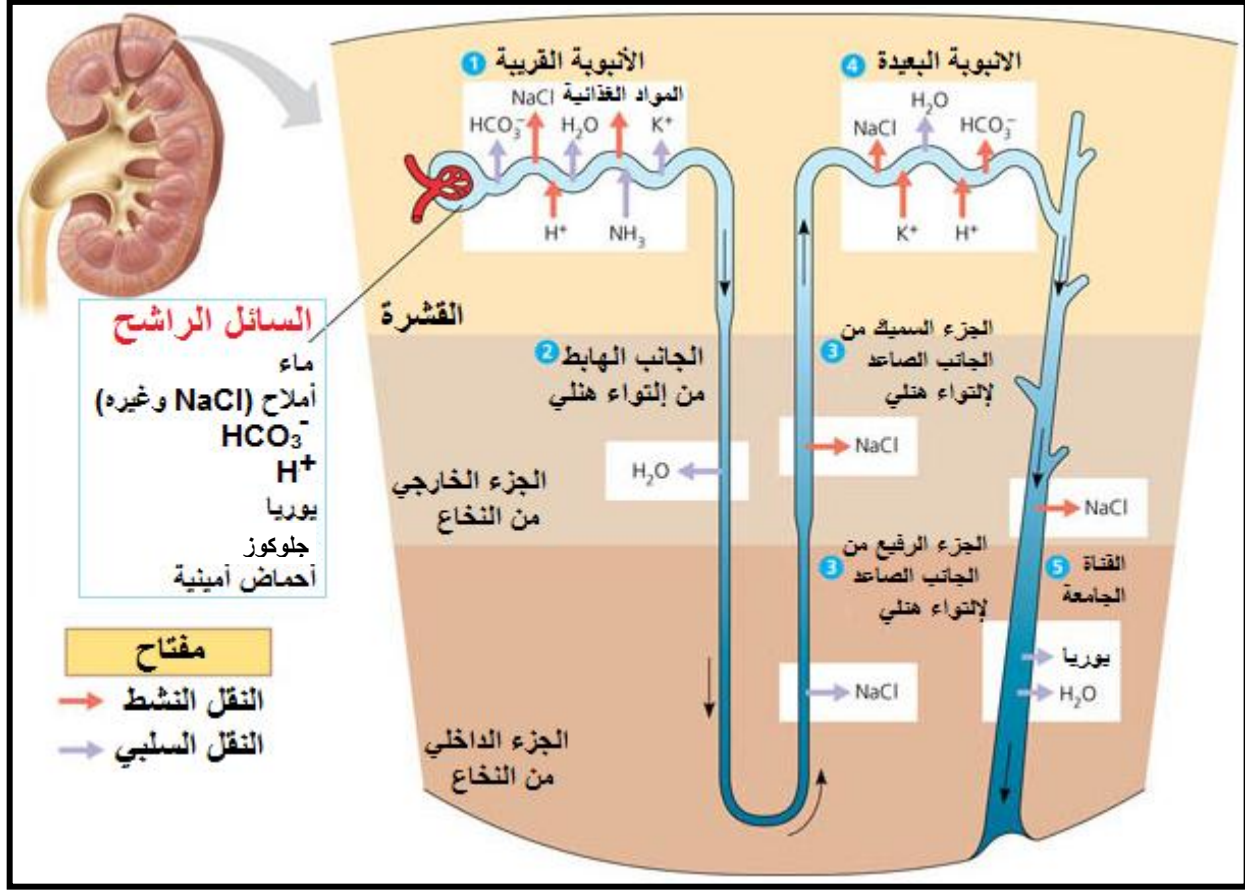
تفكير ناقد :

" يزيد تركيز اليوريا في البول عشرات المرات عنه في السائل الراشح" ناقش هذه العبارة؟

.....

.....

يبين الشكل 9.1.6 خطوات مرور السائل الراشح من محفظة بومان وحتى القناة الجامعة لتكوين البول، وتشكل الأرقام من 1 إلى 5 عمليات الإمتصاص والإفراز المبينة أدناه.



الشكل 9.1.6: عمليات الإمتصاص وإعادة الإفراز عبر الأنابيب الكلوية المكونة للنفرون

1. الأنبوبة الملتوية القريبة:

تتم معظم عمليات إعادة الامتصاص في الأنبوبة الملتوية القريبة التي تتميز خلاياها بامتلاكها للخمالات الدقيقة والأعداد الكبيرة من الميتوكوندريا التي توفر الطاقة لعمليات النقل النشط التي تحدث في هذه المنطقة. وتقوم خلايا الأنبوبة القريبة بنقل أيونات الصوديوم Na^+ بعملية النقل النشط من السائل الراشح إلى السائل النسيجي، ومنه إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالأنابيب. وينتج عن إنتقال Na^+ إلى السائل النسيجي حدوث فرق في الإيزان الأيوني على جانبي جدار الأنبوبة القريبة، مما يسبب انتشار أيونات الكلوريد Cl^- بالانتشار الميسر إلى السائل النسيجي، ويسبب انتقال كلوريد الصوديوم $NaCl$ إلى السائل النسيجي انخفاض القدرة المائية له مما يسبب انتشار الماء من السائل الراشح إلى السائل النسيجي بواسطة الخاصية الأسموزية وبفعل الفرق في القدرة المائية

كما يتم امتصاص كل من البوتاسيوم والجلوكوز والأحماض الأمينية أيضاً في هذه المنطقة بعمليات النقل النشط أو النقل السلبي (حسب فرق التركيز اللحظي لكل منهم). وتلعب الأنبوبة الملتوية القريبة دوراً هاماً في الحفاظ على درجة حموضة الدم والسائل النسيجي من خلال إعادة امتصاص أيون البيكربونات HCO_3^- وإفراز أيونات الهيدروجين H^+ والأمونيا NH_3 .

كما يتم إفراز العديد من المواد السامة والعقاقير التي يتم معالجتها في الكبد ، عبر جدران الأنبوبة الملتوية إلى السائل الراشح في هذه المنطقة.

2. الجزء الهابط من التواء هنلي:

تستمر إعادة الامتصاص مع مرور السائل الراشح في الجزء الهابط من التواء هنلي، والذي يتميز بنفاذيته العالية للماء مما يسمح بمرور الماء بحرية إلى السائل النسيجي المحيط، وبالمقابل فإن هذا الجزء من التواء هنلي يكون غير منفذ للأملاح والأيونات الأخرى، مما يسبب عدم خروجها من السائل الراشح.

لضمان خروج الماء من السائل الراشح إلى السائل النسيجي عبر جدران التواء هنلي، لا بد من الحفاظ على فرق التركيز على جانبي جدار التواء هنلي ويتم ذلك عبر ازدياد تركيز الأملاح (انخفاض القدرة المائية) في السائل النسيجي على طول الجزء الهابط من الالتواء من القشرة إلى النخاع.

3. الجزء الصاعد من التواء هنلي:

بعد وصوله إلى قمة الالتواء، يعود السائل الراشح للصعود في التواء هنلي باتجاه القشرة، ويتميز الجانب الصاعد للالتواء بنفاذيته للأملاح وعدم نفاذيته للماء. يتميز السائل الراشح داخل هذا الجزء بارتفاع تركيز الأملاح فيه نتيجة فقدان الماء خلال هبوطه في الالتواء، ولذلك تبدأ الأملاح وأهمها NaCl بالانتشار باتجاه السائل النسيجي مما يساعد في الحفاظ على فرق التركيز بين السائل الراشح والسائل النسيجي في منطقة النخاع.

4. الأنبوبة الملتوية البعيدة:

تلعب الأنبوبة البعيدة دوراً هاماً في تنظيم تركيز البوتاسيوم K^+ والصوديوم Na^+ في سوائل الجسم المختلفة، ويشمل ذلك التنوع في كمية البوتاسيوم التي يتم إفرازها، وكمية كلوريد الصوديوم التي يتم إعادة امتصاصها. وتساهم الأنبوبة البعيدة أيضاً في تنظيم درجة حموضة الدم من خلال تنظيم إفراز أيون الهيدروجين H^+ وإعادة امتصاص أيون البيكربونات HCO_3^- .

5. القناة الجامعة:

تعمل القناة الجامعة على نقل ما تبقى من السائل الراشح إلى حوض الكلية، وتخضع حركة المواد والماء عبر جدران القناة الجامعة للتنظيم الهرموني كما ستدرس لاحقاً، الأمر الذي يحدد مدى تركيز البول. فعندما تقوم الكلية بالحفاظ على الماء في الجسم تزداد نفاذية القناة الجامعة للماء مما يسبب خروجه باتجاه السائل النسيجي وفي نفس الوقت، تبقى القناة الجامعة غير منفذة للأملاح واليوريا (خصوصاً في منطقة القشرة)، بينما تكون الأنبوبة الجامعة في منطقة النخاع منفذة لليوريا مما يسبب خروج بعض جزيئات اليوريا إلى السائل النسيجي في منطقة النخاع مسببة زيادة التركيز في النخاع مما يساعد على خروج الماء بفعل الخاصية الأسموزية وإنتاج البول المركز.

تفكير ناقد :

" علل حدوث إعادة امتصاص لجزء من اليوريا عبر القناة الجامعة ؟

.....

.....

Unit 12AB.3

قضية للبحث

تكيفات الإخراج في الكائنات المختلفة

تعيش الكائنات الحية المختلفة من ثدييات، أو طيور أو أسماك أو زواحف في بيئات مختلفة من حيث كمية المياه المتوافرة لها، وبالتالي تلجأ هذه الكائنات إلى طرق إخراج مختلفة للبول، كما تختلف في نوع الفضلات النيتروجينية التي تخرجها. ابحث في المصادر المناسبة وأكتب تقريراً حول أشكال التكيف الإخراجي بالنسبة لتلك الحيوانات.

دور الهرمونات في التنظيم الأسموزي للدم

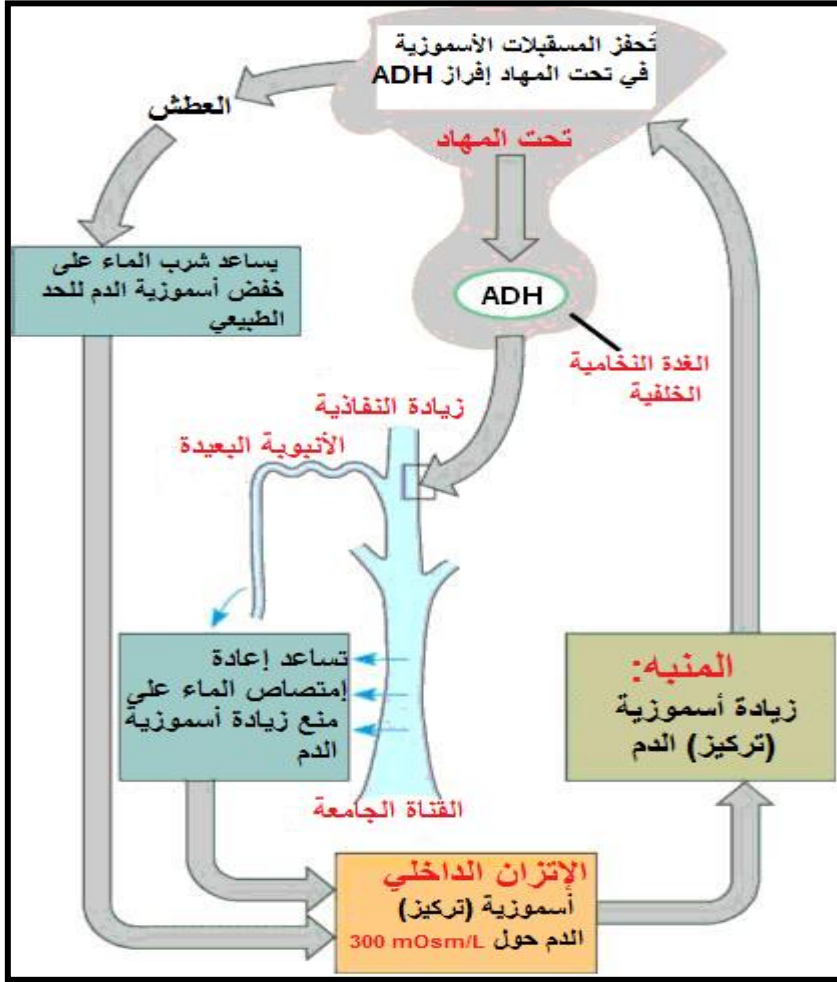
The Role of Hormones In Blood Osmoregulation

أولاً. دور الهرمون المانع لإدرار البول ADH.

يتم إنتاج الهرمون المانع لإدرار البول (ADH) في تحت المهاد، ثم يُخزن ويُفرز من الغدة النخامية الخلفية، نتيجة ارتفاع الضغط الأسموزي للدم (محتوى الأملاح في الدم) والذي قد ينتج عن فقدان الماء عن طريق التعرق مثلاً أو تناول كميات كبيرة من الأملاح.

يؤثر هرمون ADH بصورة رئيسية في خلايا القناة الجامعة كما يؤثر في خلايا الأنبوبة الملتوية البعيدة حيث يعمل على زيادة نفاذية تلك الخلايا للماء مما يساعد على زيادة عملية إعادة امتصاص الماء من السائل الراشح عبر تلك الخلايا إلى مجرى الدم وتقليل حجم البول المتكون وخفض تركيز الدم (الضغط الأسموزي) إلى الحد الطبيعي عن طريق آليات التغذية الراجعة السلبية، حيث يسبب انخفاض الضغط الأسموزي للدم إلى الحد الطبيعي، انخفاضاً في نشاط المستقبلات الأسموزية في تحت المهاد، وبالتالي يقل إنتاج هرمون ADH. أنظر الشكل 9.1.7.

Unit 12AB.3



الشكل 9.1.7: آلية عمل هرمون ADH

"أضف إلى معلوماتك"

Aquaporins

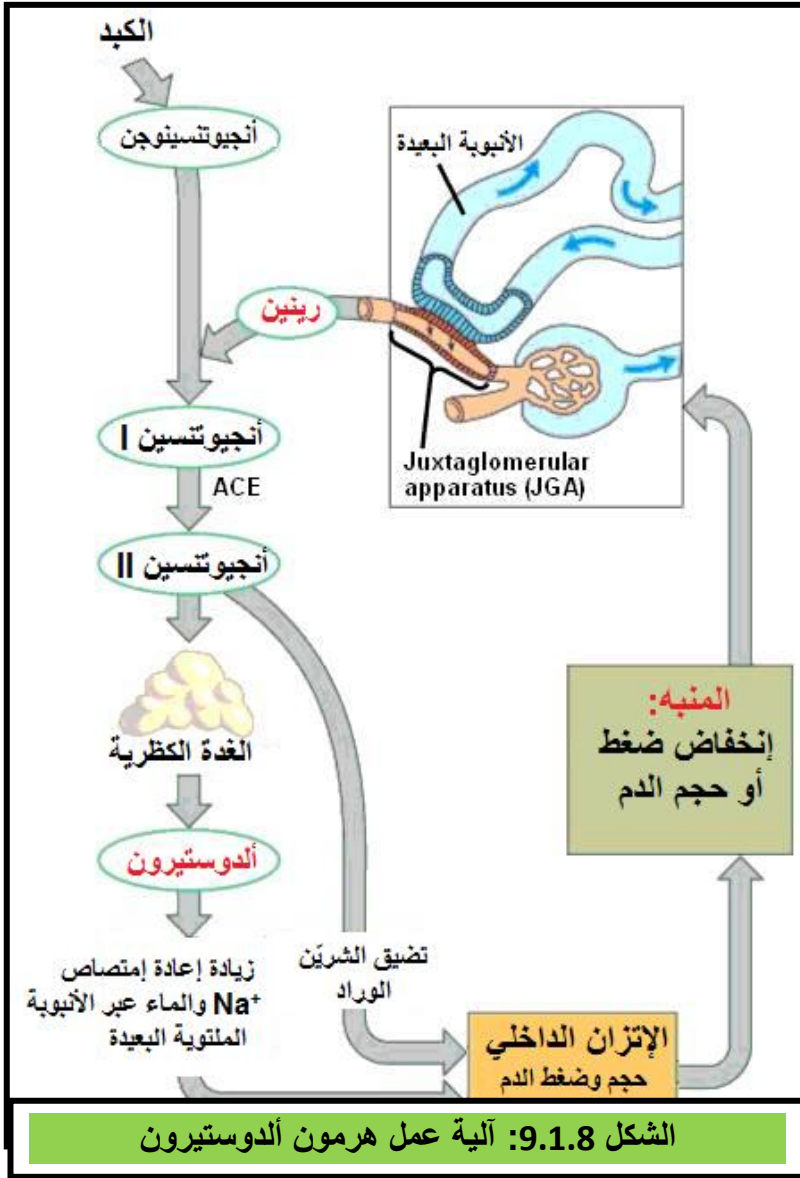
الأكوابورينز هي بروتينات قوية تتواجد في الأغشية البلازمية للخلايا الحية، وتعمل على تنظيم مرور الماء من وإلى الخلية. وقد وجد العلماء أن هرمون ADH يساعد على زيادة إعادة امتصاص الماء في الأنبوبة الملتوية البعيدة والقناة الجامعة عبر تحفيز الجينات الخاصة بإنتاج الأكوابورينز في خلايا تلك القنوات، مما يساعد على زيادة إنتاج الأكوابورينز وانغماسها في الغشاء البلازمي لتلك الخلايا وبذلك يزداد عدد البوابات التي تسمح بحركة الماء وزيادة عملية إعادة الامتصاص. وعندما يتناقص إفراز ADH نتيجة التغذية الراجعة السلبية عند انخفاض أسموزية الدم، يتم تعطيل عمل الأكوابورينز بفعل بعض التغيرات الكيميائية في الخلية والتي ينتج عنها خفض عملية إعادة الامتصاص وهكذا.

نشاط: يبين الجدول أربعة مواد مذابة في بلازما الدم، والراشح والبول. أجب على الأسئلة استناداً إلى البيانات في الجدول.

(1) وضح سبب الاختلاف في تركيز البروتينات بين بلازما الدم والراشح؟

(2) وضح سبب الفرق بين الجلوكوز في الراشح والبول؟

التركيز (mg per 100 ml of blood)			
المذاب	البلازما	الراشح	البول
أيونات الصوديوم	900	900	1200
جلوكوز	90	90	0
يوريا	30	30	1200
بروتين	740	0	0



ثانياً. هرمون الألدوستيرون

Aldosterone:

يسبب انخفاض ضغط الدم أو حجمه (واللذان عادة ما ينتجان عن نقص تناول الأملاح أو فقدان كميات كبيرة من السوائل) تنشيط مجموعة من الخلايا المتخصصة الواقعة بالقرب من الشرايين الوارد للنفرون والتي تسمى (JGA) لتعمل على إنتاج إنزيم الرنين Renin والذي يعمل بدوره على تحويل أحد بروتينات الدم والذي يدعى أنجيوتنسينوجن **أنجيوتنسين I** إلى ببتيد يسمى **أنجيوتنسين I** (Angiotensin I)، والذي يتحول بمساعدة إنزيم آخر يعرف اختصاراً باسم (ACE) إلى **أنجيوتنسين II** (Angiotensin II)، والذي يعمل على تضيق الشرايين الوارد. كما ينتقل أنجيوتنسين II بواسطة الدم إلى **قشرة الغدة الكظرية Adrenal Cortex** ويحثها على إفراز هرمون **ألدوستيرون Aldosterone** الذي يسبب زيادة نفاذية الأنبوية الملتوية البعيدة لأيونات الصوديوم مما يزيد إعادة امتصاصها، وبارتفاع مستوى الصوديوم في الدم، يزداد ضغطه الأسموزي (تقل قدرته المائية) وبالتالي سينتقل الماء من القناة الجامعة والأنبوية الملتوية البعيدة باتجاه الدم بفعل الخاصية الأسموزية ليتبع الصوديوم. وبهذا يزداد حجم الدم وضغطه ويعودان للمستوى الطبيعي. أنظر الشكل 9.1.8. وحينها تعمل التغذية الراجعة السلبية على تقليل إفراز الرنين ليُنخفض بالتالي إنتاج الألدوستيرون.

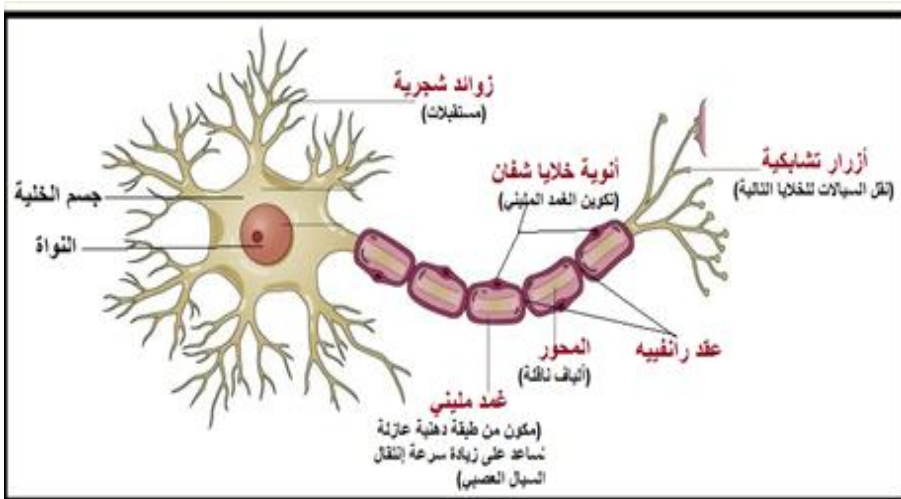
Unit 12AB.3

المعيار
9.6, 9.7
9.10, 9.8

الخلايا العصبية : التركيب والوظيفة Neurons: Structure and Functions

ذكرنا سابقاً أن الجهاز العصبي هو أحد أهم الأجهزة التي تساعد في تنظيم بيئة الجسم الداخلية للحفاظ على حالة **الاتزان الداخلي Homeostasis**، ويتضمن عمل الجهاز العصبي قيامه باستقبال المؤثرات الخارجية عبر أعضاء الحس، ونقل الاحساس بتلك المؤثرات على شكل رسائل (سيالات) عصبية إلى الجهاز العصبي المركزي المكون من الدماغ والحبل الشوكي، واللذان يقومان بتفسير تلك المؤثرات وإصدار الاستجابة المناسبة لها بطرق مختلفة، من أبرزها انقباض العضلات وإفراز الهرمونات من الغدد المختلفة.

يتكون الجهاز العصبي من عدد كبير من الخلايا العصبية التي تسمى "**عصبونات Neurons**" والتي تختلف في شكلها وحجمها وأماكن تواجدها. وتتكون الخلية العصبية (انظر الشكل 9.6.1) من ثلاثة أجزاء رئيسية هي الزوائد الشجرية وجسم الخلية والمحور. تستقبل الزوائد الشجرية إشارات (شحنات كهربائية) من الخلايا العصبية تسمى السيالات العصبية، وتحوي الخلية العصبية الواحدة أكثر من مجموعة من الزوائد الشجرية، ويحوي جسم الخلية العصبية النواة والكثير من العضيات. أما المحور فينقل السيالات العصبية من جسم الخلية إلى خلايا عصبية أخرى وإلى العضلات والغدد.



الشكل 9.6.1: تركيب الخلية العصبية النموذجية

الأهداف:

على الطالب أن:

1. يفرق بين الخلايا العصبية الحسية والحركية والبيئية.
2. يشرح وظيفة وأهمية قوس الفعل المنعكس.
3. يميز بين الفعل المنعكس البسيط والفعل المنعكس المشروط.
4. يشرح بالتفصيل كيفية انتقال السيال العصبي عبر محور الخلية العصبية.
5. يشرح وظيفة الأعضاء الحسية كمحولات للطاقة.
6. يصف أهمية التشابك العصبي في تحديد اتجاه انتقال وحركة

المصطلحات الأساسية:

- العصبون Neuron
- عصبون حسي
- Sensory Neuron
- عصبون حركي
- Motor Neuron
- عصبون بيني
- Interneuron
- الفعل المنعكس البسيط
- Simple Reflexes
- الفعل المنعكس المشروط
- Conditioned Reflexes
- جهد الفعل
- Action Potential
- السيال العصبي
- Nerve Impulse
- جهد الراحة
- Resting Potential

Unit 12AB.3

المصطلحات الأساسية (تابع):

- استقطاب

Polarization

- إزالة الاستقطاب

Depolarization

- انعكاس الاستقطاب

Reverse Polarization

- إعادة الاستقطاب

Repolarization

- فترة الجموح

Refractory Period

- النقل الوثبي

Saltatory Conduction

- التشابك العصبي

Synapse

- النواقل العصبية

Neurotransmitters

- المستقبلات الحسية

Sensory Receptors

- محولات الطاقة

Energy Transducers

أضف لمعلوماتك

هناك تصنيف آخر للخلايا العصبية تبعا لعدد الزوائد الخارجة من جسم الخلية، فهناك خلايا عديدة الأقطاب كالخلايا الحركية، وهناك خلايا ثنائية الأقطاب حيث يخرج من جسم الخلية زائدتان كـ بعض الخلايا الموجودة في شبكية العين، وهناك خلايا أحادية القطب كالخلايا الحسية الموجودة في العقد العصبية الشوكية.

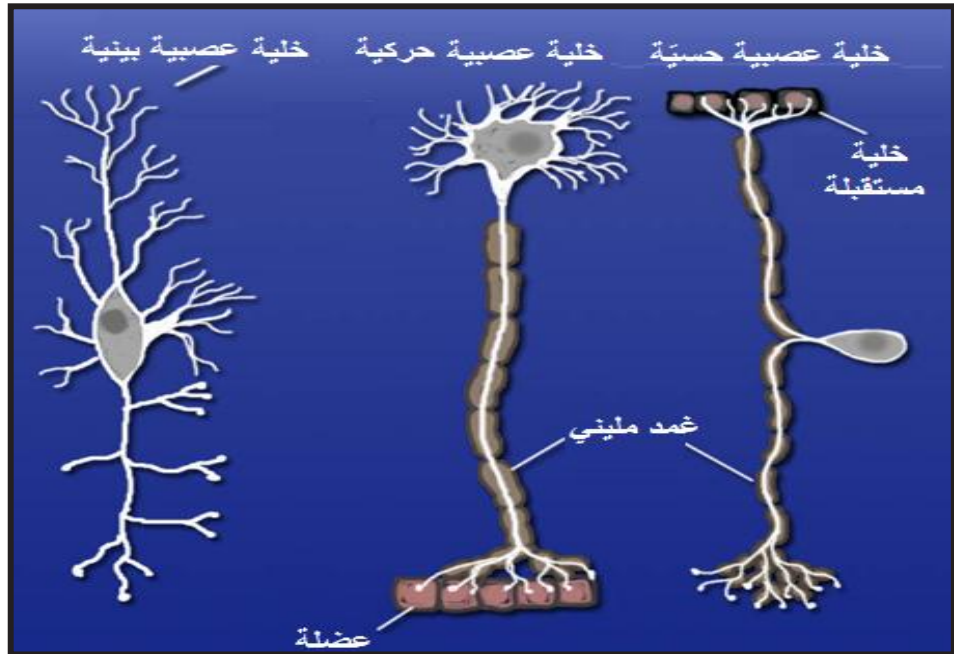
وتنقسم العصبونات إلى ثلاث أنواع رئيسية كما هو مبين في الشكل (9.6.2):

1. العصبونات الحسية Sensory Neurons: وتوجد هذه الخلايا في أعضاء الحس كالجلد والعين والأذن وغيرها وتقوم باستقبال المؤثرات الحسية ونقلها من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبي المركزي.

2. العصبونات الحركية Motor Neurons: تتواجد أجسام هذه الخلايا داخل الجهاز العصبي المركزي بينما تمتد محاورها إلى الأعضاء المؤثرة Effectors كالعضلات والغدد. وتقوم بنقل الأوامر من الجهاز العصبي المركزي إلى أعضاء الاستجابة.

ويحاط المحور في كل من العصبونات الحسية والعصبونات الحركية بطبقة دهنية عازلة تسمى الغمد المييلي تساعد على زيادة سرعة انتقال السيال العصبي.

3. العصبونات البينية Interneurons: وتتواجد هذه الخلايا بالكامل داخل الجهاز العصبي المركزي، وتعمل على نقل السيالات العصبية من العصبونات الحسية إلى العصبونات الحركية، لاحظ في الشكل (9.6.2) أن العصبونات البينية لا تحتوي على غمد مييلي. فكر لماذا؟؟



الشكل 9.6.1: أنواع الخلايا العصبية

تفكير ناقد :

هل حجم الخلايا العصبية ثابت بالجسم؟ فسر اجابتك.

.....

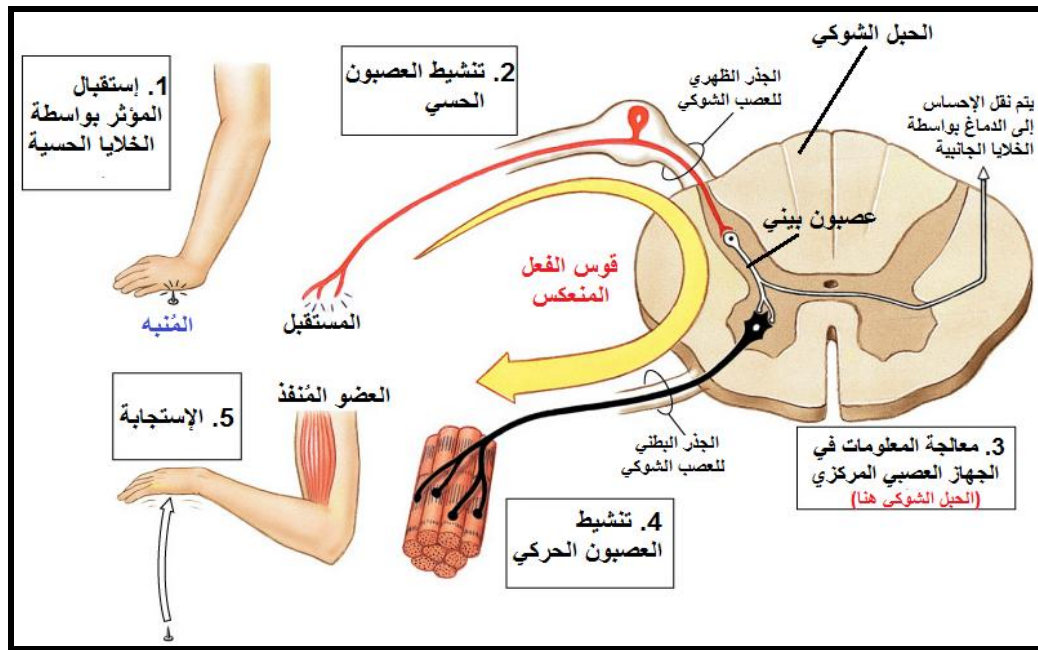
الأفعال المنعكسة Reflexes :

تتشارك الأنواع الثلاثة من الخلايا العصبية في العديد من الاستجابات العصبية التي يقوم بها الجهاز العصبي ويظهر ذلك على سبيل المثال في " **الأفعال المنعكسة Reflexes** " التي تنشأ من الدماغ أو الحبل الشوكي. والفعل المنعكس هو استجابة سريعة لإرادية لمنبه ما سواء كان داخلياً أو خارجياً. ومن أبسط الأمثلة على ذلك ، الحركة السريعة لليد عند ملامستها جسماً حاراً، أو عند الوخز بدبوس، أو حركة الرموش عند تعرض العين لأي مؤثر.

❖ أنواع الأفعال المنعكسة Types of Reflexes

1. الأفعال المنعكسة البسيطة Simple Reflexes

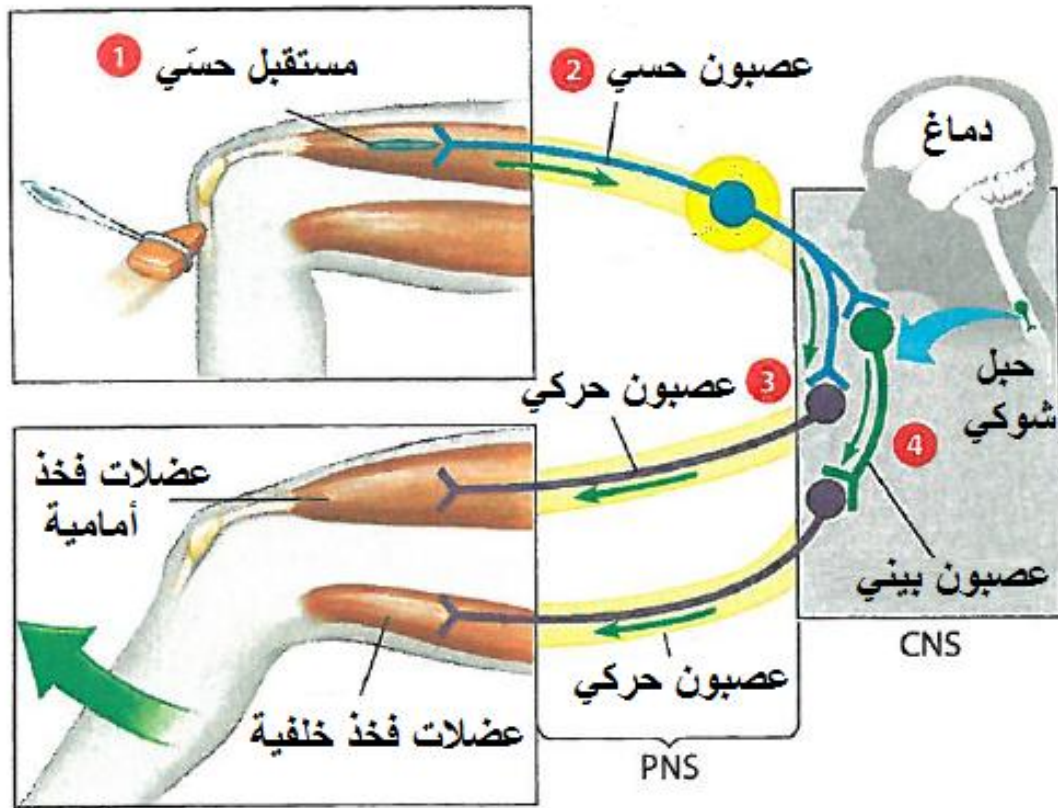
وهي الأفعال المنعكسة اللاإرادية التي لا يتم اكتسابها بالتعلم، وتحدث بصورة تلقائية وسريعة عند التعرض للمؤثرات التي قد تضر بحياة الكائن الحي، ويشمل ذلك العطاس، حركة الرموش وسحب اليد عند التعرض للحرارة أو الوخز. يشتمل الفعل المنعكس البسيط على مجموعة متسلسلة من الخطوات تشمل الاستقبال، النقل، التوصيل والاستجابة، وقد تشترك فيها العصبونات الثلاث أو اثنين منها فقط (الحسية والحركية). وتشكل الخلايا العصبية المشتركة في إحداث الأفعال المنعكسة ما يعرف باسم " **قوس الفعل المنعكس Reflex Arc** " كما يظهر في الشكل (9.6.3).



الشكل 9:6.3: الفعل المنعكس البسيط

تنشأ بعض الأفعال البسيطة كسحب اليد بعيداً عن المؤثر الضار من النخاع الشوكي ، بينما ينشأ بعضها الآخر كالعطاس والرمش من الدماغ.

ومن الأمثلة على رد الفعل المنعكس ما يحدث لحركة الركبة عند ضربها (مثلاً بمطرقة طبية) ويطلق مصطلح **knee jerk reflex** على رد الفعل الذي يحدث بسبب ضرب الركبة بالمطرقة الطبية حيث : (1) تتحسس المستقبلات الحسية الشد في الوتر **tendon** نتيجة ضرب الركبة (2) تنقل العصبونات الحسية المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي (الحبل الشوكي) والذي ينقل الأوامر (3) إلى خلية عصبية حركية من جهة و (4) إلى خلية عصبية بينية أو أكثر من جهة أخرى . تستجيب **عضلات الفخذ الأمامية الرباعية الرؤوس Quadriceps muscles** للإشارات القادمة من الخلية الحركية مما يسبب انقباضها ، ويتزامن هذا الانقباض مع ارتخاء **عضلات الفخذ الخلفية Flexor muscles** بسبب استجابة خلية عصبية حركية أخرى للإشارات العصبية القادمة من الخلية العصبية البينية مما يسبب حركة الساق إلى الأمام.



تفكير ناقد:

في حالة سحب يدك بعيداً عن مؤثر ضار. هل تحس بالمؤثر ثم تسحب يدك؟ أم تسحب يدك ثم تحس بالمؤثر؟ كيف تدلل على صحة إجابتك؟

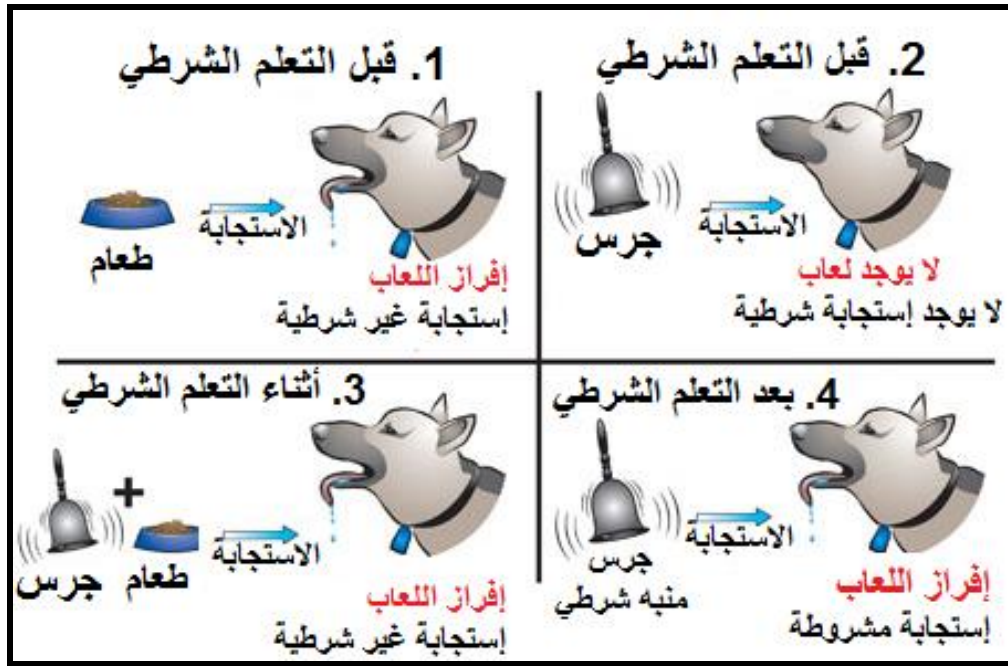
.....

.....

.....

2. الأفعال المنعكسة المشروطة Conditioned Reflexes

وهي الأفعال المنعكسة المكتسبة من خلال التجارب السابقة. فعندما يتكرر مؤثر ما لفترة زمنية معينة، يتعلم الجهاز العصبي أن يستجيب له بصورة تلقائية. وكان أول من أشار إلى إمكانية تعلم الكائن الحي لفعل منعكس معين، هو العالم الروسي **إيفان بافلوف Ivan Pavlov**، الذي أجرى تجربة على الكلاب قام من خلالها بمراقبة إفراز الكلب لللعاب لدى رؤيته للطعام في ظروف إعتيادية في مجموعة من التجارب، بينما ربط تقديم الطعام للكلب بقرع جرس قبل إحضار الطعام له. فوجد لاحقاً أن قرع الجرس فقط، يمكن أن يُسيل لعاب الكلب حتى دون إحضار الطعام له. ولقد أطلق بافلوف على المثير الطبيعي للطعام اسم "**المثير غير الشرطي Unconditioned Stimulus**" وعلى الاستجابة الطبيعية اسم "**الاستجابة غير الشرطية Unconditioned Response**"، ثم أطلق على المثير الخارجي (صوت الجرس) "**المثير الشرطي Conditioned Stimulus**" وعلى الاستجابة غير الطبيعية (سيلان اللعاب لمجرد سماع صوت الجرس) "**الاستجابة الشرطية Conditioned Response**". أنظر الشكل (9.6.4).



الشكل 9.6.4: الفعل المنعكس المشروط وتجارب بافلوف

اختبر نفسك:

هل تخضع جميع الأفعال المنعكسة لاستجابة مصدرها النخاع الشوكي؟ اشرح اجابتك.

.....

.....

.....

Unit 12AB.3

نشاط بحثي



تمتلك جميع الخلايا الحية توزيعاً متبايناً للأيونات على جانبي غشائها البلازمي، مما يجعل جميع أغشيتها في حالة استقطاب، إلا أن الخلايا العصبية والخلايا العضلية فقط تكون قادرة على تغيير حالة الاستقطاب تلك مُحدثة تياراً كهربائياً محلياً (جهد فعل) قابل للانتشار عبر الخلية، ولذا فهي تسمى بالخلايا القابلة للتنشيط **Excitable Cells**.

ابحث في المصادر العلمية المناسبة وأكتب تقريراً مختصراً تفسر فيه لم تكون الخلايا العصبية والعضلية فقط قابلة للتنشيط بعكس بقية خلايا الجسم!!!!

آلية تكون وانتقال السعال العصبي

Nerve Impulses: Formation and Transduction

عند تعرض العصبون لمؤثر ما تتولد فيه **سيالات عصبية Impulses** تنتقل عبر محوره إلى عصبون آخر، أو غدة، أو خلية عضلية. والسعال العصبي هو رسالة ذات طبيعة كهروكيميائية، تُترجم إليه المؤثرات المختلفة في الجسم لإحداث استجابة معينة.

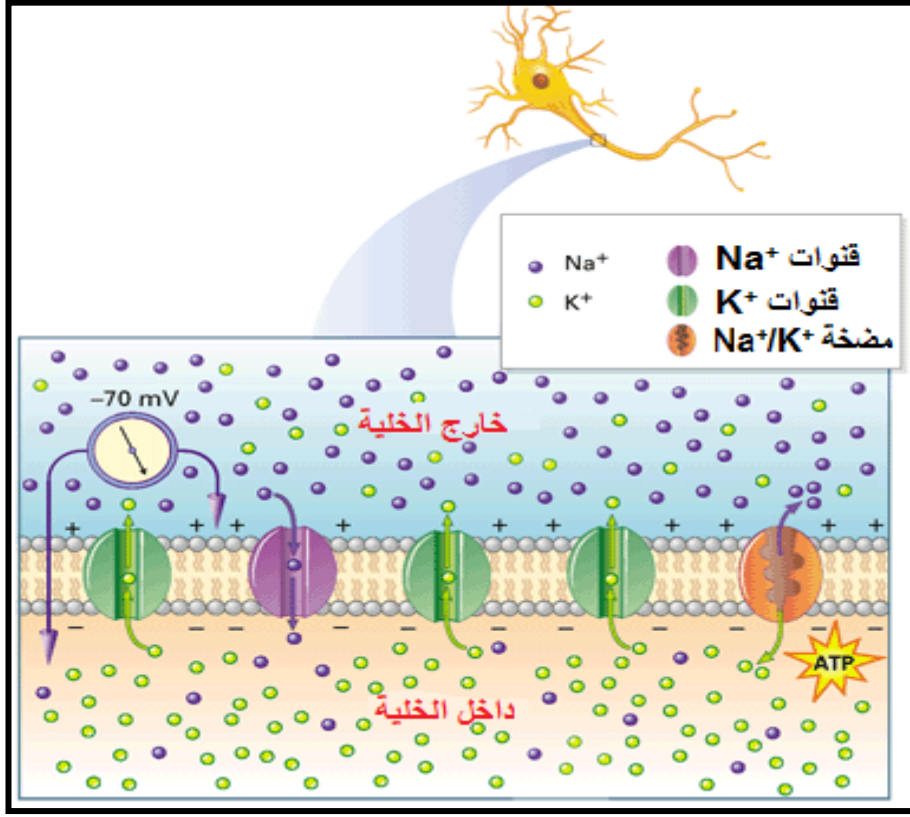
وتتطلب معرفة آلية تكوين السعال العصبي تعرف طبيعة العصبون عندما يكون في حالة الراحة، أي قبل تكون السعال العصبي فيه، والتغيرات التي تحدث عند تعرضه لمؤثر معين.

أ. جهد الغشاء البلازمي وقت الراحة (جهد الراحة)

Resting Membrane Potential:

تحاط الخلية العصبية بغشاء بلازمي يفصل مكونات السيتوبلازم عن السائل النسيجي المحيط بالخلايا. وقد لوحظ أن تركيز الأيونات داخل العصبون يختلف عنه في الخارج. فعلى سبيل المثال تتركز أيونات الصوديوم Na^+ وأيونات الكلوريد Cl^- خارج العصبون. في حين تتركز أيونات البوتاسيوم K^+ وبروتينات أخرى كبيرة الحجم سالبة الشحنة داخل العصبون. وعليه فإن اختلاف توزيع الأيونات داخل العصبون وخارجه يجعل الغشاء البلازمي في حالة استقطاب **Polarization** بحيث يكون داخل الغشاء البلازمي للعصبون سالباً مقارنة بخارجه. ويؤدي هذا الاختلاف في فرق التركيز إلى توليد فرق جهد كهربائي بين داخل الغشاء البلازمي وخارجه، يسمى **جهد الراحة Resting Potential**. وقد تم قياس فرق الجهد هذا باستخدام **قطبين كهربائيين دقيقين Microelectrodes** على جانبي الغشاء البلازمي ووجد أنه يساوي **-70** مليفولت (mV)، وتشير الإشارة السالبة هنا إلى أن داخل الغشاء مشحون بشحنة سالبة مقارنة بخارجه. انظر الشكل (9.6.5).

Unit 12AB.3



الشكل 9.6.5: توزيع الأيونات داخل وخارج محور العصبون

وتنتج حالة الاستقطاب على جانبي غشاء العصبون عن مجموعة من العوامل أهمها:

1. عدم نفاذية الغشاء البلازمي للبروتينات كبيرة الحجم سالبة الشحنة والتي تتواجد داخل السيتوبلازم.

2. النفاذية العالية للغشاء البلازمي لأيونات البوتاسيوم الموجبة نحو خارج العصبون، وقلة نفاذية هذا الغشاء لأيونات الصوديوم الموجبة وأيونات الكلوريد السالبة التي توجد خارج العصبون، جاعلة الداخل سالباً مقارنة مع خارجه.

3. مضخة الصوديوم والبوتاسيوم الموجودة في غشاء العصبون، إذ تضخ ثلاثة أيونات صوديوم موجبة خارج العصبون، مقابل ضخ أيوني بوتاسيوم نحو الداخل، مما يجعل داخل العصبون سالباً مقارنة مع خارجه.

أضف إلى معلوماتك،،

"أنواع النواقل البروتينية في

الغشاء البلازمي للخلايا العصبية"

يحتوي الغشاء البلازمي للخلايا العصبية عدة أنواع من البروتينات الناقلة للأيونات، أهمها:

1. مضخة K^+/Na^+ :

وتتميز هذه البروتينات على قدرتها المزدوجة في ضخ الأيونات من وإلى الخلية بعملية نقل نشط، فهي تقوم بضخ 3 أيونات صوديوم إلى خارج الخلية، بينما تعمل على ضخ أيوني بوتاسيوم إلى داخل الخلية.

2. القنوات ذات البوابة المعتمدة

على فرق الجهد الكهربائي

Voltage-gated channels

وهي قنوات أيونية، تعتمد حركة بواباتها بين الفتح والإغلاق على فرق الجهد على جانبي الغشاء البلازمي، فتكون مغلقة مثلاً في حالة الاستقطاب بينما تكون مفتوحة في حالة إزالة الاستقطاب.

3. القنوات ذات البوابات المعتمدة

على ارتباط المنبه

Ligand-gated channels

وهي بوابات يعتمد فتحها وإغلاقها على ارتباط مادة منبهة (كالناقل العصبي) بمستقبلات خاصة عليها، فتفتح عند ارتباط المنبه وتغلق عند انفصاله.

ب. التغيرات التي تحدث في غشاء العصبون عند وصول منبه معين:

Changes of neuron membrane upon excitation

1. إزالة الاستقطاب Depolarization:

تستجيب العصبونات للعديد من المنبهات، مثل الضوء والمواد الكيميائية والحرارة. ولا يعني وصول منبه معين إلى العصبون أنه سيستجيب له، إذ يجب أن تكون شدة المنبه كافية لتغيير حالة الاستقطاب في العصبون. ويسمى مستوى التنبيه الذي يحدث عنده تغيير في حالة الاستقطاب "عتبة التنبيه Threshold". وهذه العتبة هي أقل شدة للمنبه، وتلزم لفتح بوابات قنوات خاصة في الغشاء البلازمي للعصبون لتمرير أيونات الصوديوم إلى داخل العصبون. فعند التأثير بمنبه يساوي مستواه عتبة التنبيه أو أكثر تزداد نفاذية غشاء العصبون لأيونات الصوديوم في منطقة التنبيه، دون حدوث تغير في نفاذية أيونات البوتاسيوم. وهذا يعني دخول كميات كبيرة من الأيونات الموجبة التي تعادل الشحنات السالبة الموجودة في الداخل، حتى يصل فرق الجهد الكهربائي على جانبي غشاء العصبون إلى صفر، مما يؤدي إلى إزالة الاستقطاب. أنظر (الشكل 9.6.6 / الخطوة 2).

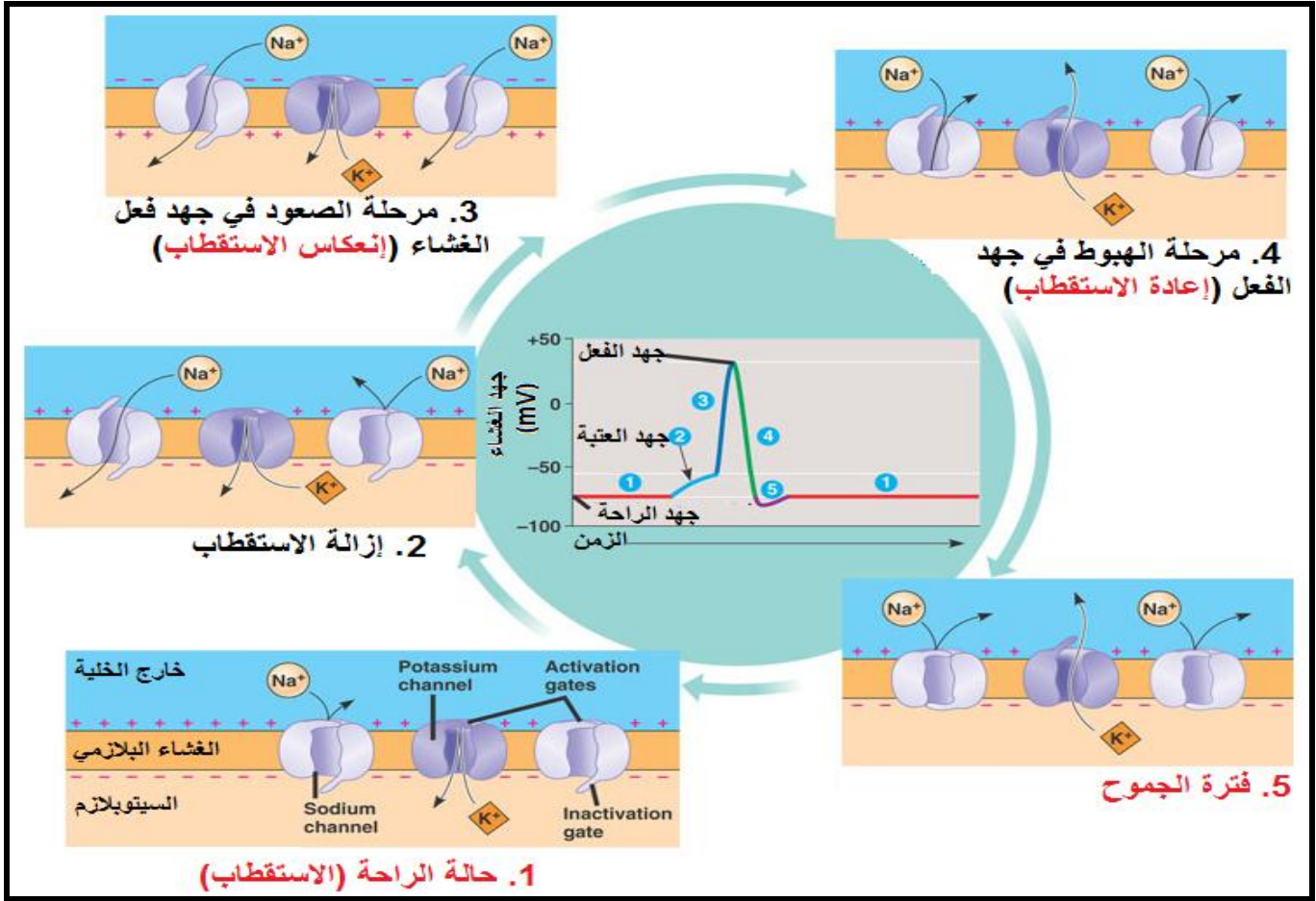
2. انعكاس الاستقطاب Reverse polarization:

تستمر أيونات الصوديوم بالدخول إلى داخل العصبون بكميات تجعل داخله موجباً مقارنة مع خارجه الذي يصبح سالباً مما يؤدي إلى حالة انعكاس الاستقطاب، مقارنة بما كان عليه في حالة الراحة، وقد يصل فيه فرق الجهد إلى **30+** مليفولت. أنظر الشكل (9.6.6 / الخطوة 3).

3. إعادة الاستقطاب Repolarization:

لا يستمر تدفق أيونات الصوديوم إلى داخل العصبون، إذ تغلق بوابات قنوات أيونات الصوديوم تلقائياً، وتفتح بوابات قنوات أيونات البوتاسيوم، مما يؤدي إلى انتقال أيونات البوتاسيوم الموجبة نحو الخارج. وهذا يجعل الداخل سالباً مرة أخرى. لاحظ الشكل (9.6.6 / الخطوة 4). وتسمى مراحل إزالة الاستقطاب، وانعكاس الاستقطاب، وإعادة الاستقطاب "بجهد الفعل Action Potential".

ينشأ السيال العصبي عندما ينتقل جهد الفعل بعيداً عن منطقة التنبيه، وتحتاج تلك المنطقة من غشاء العصبون إلى فترة تتراوح ما بين **1-3** ملي ثانية، لا تستجيب فيها لأي مؤثر. وتسمى هذه الفترة "بفترة الجموح Refractory Period" (الشكل 9.6.6 / الخطوة 5). ويقوم في أثنائها العصبون بعملية نقل نشط لأيونات الصوديوم إلى خارج العصبون، وأيونات البوتاسيوم إلى داخله عبر مضخة الصوديوم/بوتاسيوم، لاستعادة حالة الاستقطاب.



الشكل 9.6.6: مراحل وخطوات تكون السيل العصبي (جهد الفعل)

❖ انتقال السيل العصبي في العصبون

Conduction of Action Potential along the Axon :

يحدث جهد الفعل نتيجة لمنبه ما في منطقة معينة من غشاء العصبون، منبهاً جديداً للمنطقة المجاورة، فيؤدي إلى ما يأتي:

أ. زيادة نفاذية غشاء العصبون لأيونات الصوديوم محدثةً إزالة الاستقطاب يليه انعكاس الاستقطاب، أي حدوث جهد فعل جديد.

ب. خروج أيونات البوتاسيوم حتى يعود العصبون إلى حالة الراحة.

ج. يتكرر حدوث ما سبق على طول المحور العصبي في سلسلة متعاقبة حتى يصل السيل العصبي إلى نهاية المحور في منطقة الأزرار التشابكية. أنظر الشكل (9.6.7).

Unit 12AB.3

أضف إلى معلوماتك،،،

أنواع فترة الجموح

1. الجموح المطلق

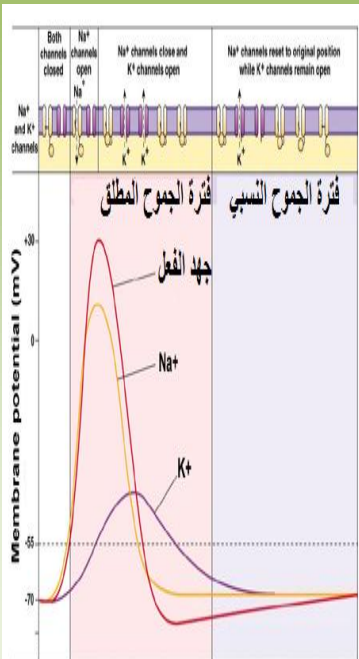
Absolute Refraction

هي الفترة الزمنية التي يستحيل خلالها أن ينشأ جهد فعل (سيال عصبي) جديد في الخلية العصبية مهما كانت قوة المؤثر الجديد.

2. الجموح النسبي

Relative Refraction

وهي الفترة الزمنية التي تتبع نشوء سيال عصبي ما، ويكون خلالها العصبون غير قادر لحظياً على إنشاء سيال عصبي جديد، لكنه قابل لإنشاء السيال العصبي إذا ما كان المؤثر قوياً.



جهد الفعل

1. ينشأ جهد الفعل عندما تتدفق أيونات Na^+ إلى داخل العصبون عند نقطة معينة

جهد الفعل

2. تنتشر موجة إزالة الاستقطاب من جهد الفعل إلى المناطق المجاورة من الغشاء البلازمي للعصبون، محدثة جهد فعل جديد في تلك المنطقة. أما المنطقة السابقة فتدخل في مرحلة إعادة استقطاب عبر تدفق K^+ إلى الخارج.

3. تتكرر عمليات إعادة إزالة الاستقطاب في المناطق التالية من الغشاء. وبهذه الطريقة، تتسبب التيارات الأيونية الموضعية في انتقال جهد الفعل على طول محور الخلية العصبية.

الشكل 9.6.7: آلية انتقال جهد الفعل على طول محور العصبون

العوامل التي تؤثر على سرعة انتقال السيال العصبي في محور الخلية العصبية:

1. **قطر محور العصبون:** كلما زاد قطر محور الخلية العصبية، تزداد سرعة السيال العصبي فيه. وذلك لأن زيادة سمك المحور تزيد مساحة سطحه وبالتالي تزيد عدد مضخات الصوديوم - بوتاسيوم.

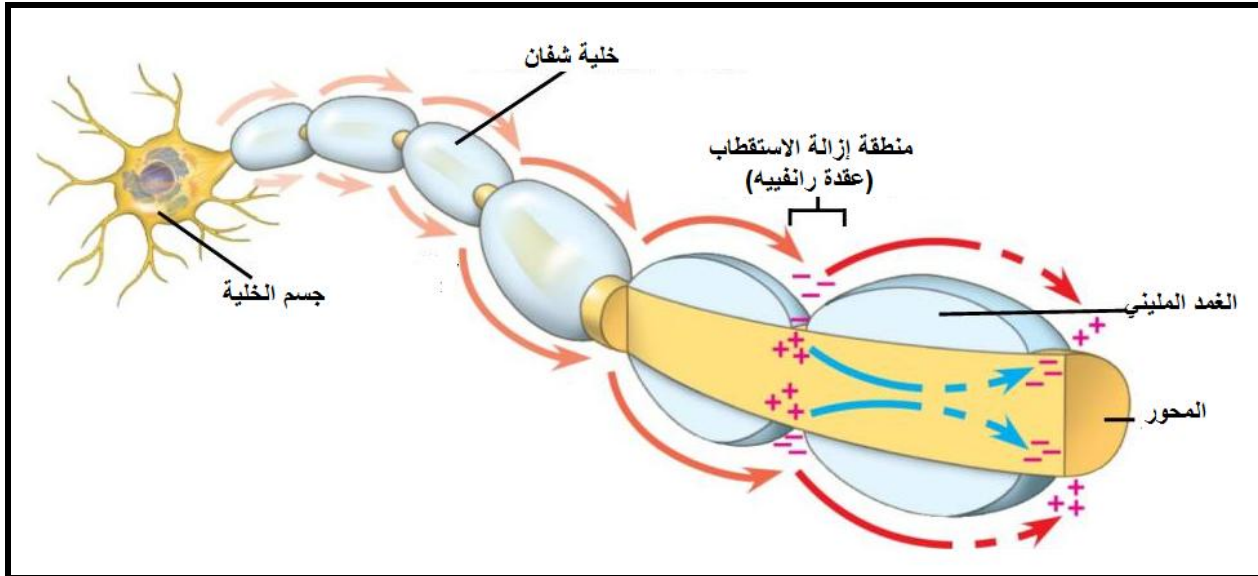
2. **طبيعة تركيب محور العصبون:** تمتلك بعض أنواع الخلايا العصبية (خصوصاً تلك التي توجد محاورها خارج الجهاز العصبي المركزي) غلظاً يحيط بمحورها يسمى **الغمد المييلي Myelin Sheath** وهو مكون من مادة دهنية تفرزها خلايا متخصصة تحيط بالمحور تسمى **خلايا شفان Schwann Cells**. و تمتلك المحاور المحاطة بالغمد المييلي سرعة أكبر في نقل السيالات العصبية من المحاور التي لا تمتلك ذلك الغمد وذلك لما يلي:

أ. يتكون الغمد المييلي من مادة دهنية عازلة تساعد في عزل النبضة الكهربائية (جهد الفعل) المتكون عبر غشاء المحور وبالتالي تمنع تشتت السيال العصبي، وتقلل كمية الطاقة اللازمة لنقل السيال العصبي.

ب. قلة كمية الطاقة التي تحتاجها الخلية لتنشيط عمل مضخات الصوديوم/بوتاسيوم التي تتواجد بشكل كبير عند **عقد رانفييه Nodes of Ranvier** وهي مناطق محددة على طول الغشاء تفصل بين خلايا شفان، ولا تكون محاطة بالغمد المييلي.

ج. **الانتقال الوثبي Saltatory Conduction:**

ينتقل السيال العصبي (موجة إزالة الاستقطاب) في المحاور المييلية من عقدة رانفييه إلى أخرى بدلاً من الانتقال عند كل نقطة من غشاء العصبون، أي أن السيال العصبي يقفز من عقدة إلى أخرى. أنظر الشكل (9.6.8).



الشكل 9.6.8: النقل الوثبي للسيال العصبي في المحاور المييلية

❖ انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي

Transmission of Nerve Impulses in the Synapse

لا يتم تنبيه كل عصبون موجود في طريق السيال العصبي بمنبه خارجي حتى ينتقل السيال من منطقة إلى أخرى في الجهاز العصبي، وبدلاً من ذلك ينتقل السيال العصبي من عصبون إلى آخر عبر مناطق **التشابك العصبي Synapses** والتي تمثل مواقع اتصال بين عصبونين متتاليين. لا حظ الشكل (9.6.9). ويتكون التشابك العصبي من:

أ. **أزرار تشابكية Synaptic buttons**: توجد في نهايات المحاور العصبية، وتحتوي على حويصلات تشابكية يوجد بداخلها مواد كيميائية تسمى **النواقل العصبية Neurotransmitters**. ويسمى غشاء الزر التشابكي **بالغشاء قبل التشابكي Presynaptic membrane**، ويحتوي على قنوات خاصة بأيونات الكالسيوم التي توجد بتركيز عالٍ خارج العصبون.

ب. **شق تشابكي Synaptic Cleft**: وهو المنطقة التي تفصل بين الغشاء قبل التشابكي لأحد الأزرار التشابكية والغشاء بعد التشابكي لإحدى الزوائد الشجرية أو جسم عصبون آخر.

ج. **عصبون بعد تشابكي Postsynaptic membrane**: يحتوي غشاؤه البلازمي على مستقبلات بروتينية خاصة بالنواقل العصبية.

والآن سنتعرف على كيفية انتقال السيال العصبي من عصبون إلى آخر عبر الشق التشابكي، لاحظ الشكل (9.6.9).

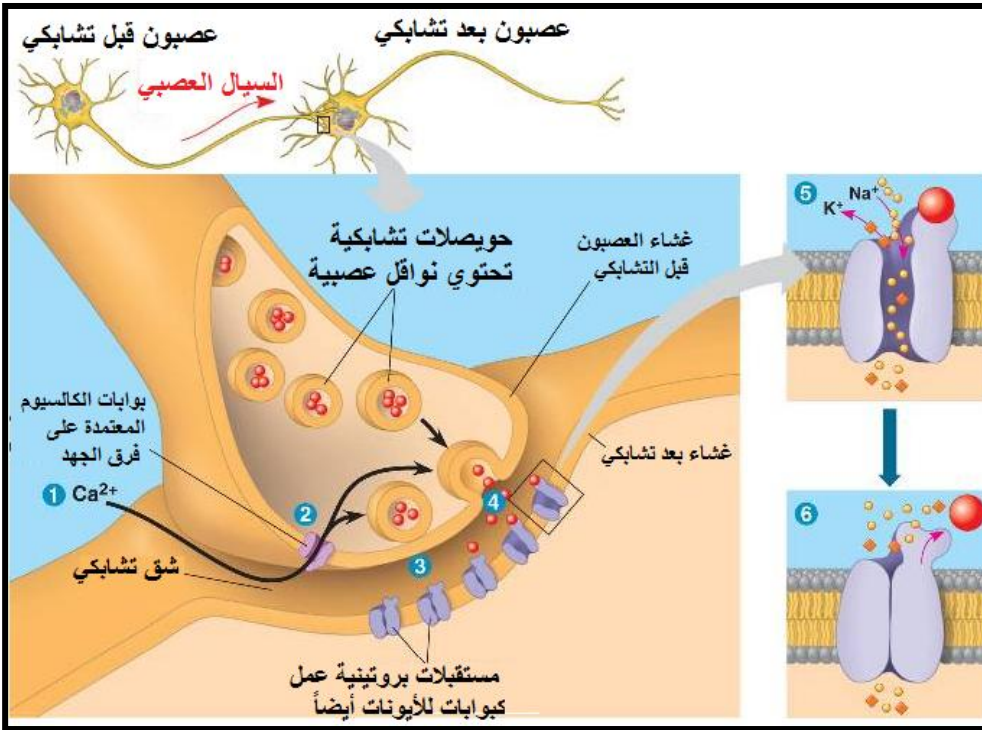
أولاً: يسبب وصول السيال العصبي إلى الزر التشابكي زيادة نفاذية الغشاء قبل التشابكي لأيونات الكالسيوم Ca^{2+} ، مما يؤدي إلى دخولها عبر قنوات خاصة إلى داخل الزر التشابكي. (الشكل 9.6.9 في الشكل 2+1)

ثانياً: تساعد أيونات الكالسيوم على التحام الحويصلات التشابكية بالغشاء قبل التشابكي، لتنفجر هذه الحويصلات محررة محتوياتها من النواقل العصبية في الشق التشابكي. (الشكل 9.6.9 في الشكل 3)

ثالثاً: يرتبط الناقل العصبي بمستقبلات خاصة على الغشاء بعد التشابكي. (الشكل 9.6.9 في الشكل 4)

رابعاً: تزداد نفاذية الغشاء بعد التشابكي لأيونات الصوديوم، مما يؤدي إلى دخولها إلى العصبون بعد التشابكي، وتكوين جهد فعل في ذلك العصبون بنفس الطريقة التي تم وصفها سابقاً. (الشكل 9.6.9 في الشكل 5)

خامساً: لا يدوم ارتباط الناقل العصبي بمستقبلاته، إذ تعمل آليات مختلفة في منطقة التشابك على تحطيمه بعد فترة قصيرة، فمثلاً يتم تحطيم الناقل العصبي **أسيتل كولين acetylcholine** بواسطة الإنزيم **أستيل كولين إستريز acetylcholinesterase** إلى **حمض إيثانويك Ethanoic acid** و **كولين Cholin** الذي ينتقل بواسطة النقل النشط إلى داخل الزر التشابكي لتكوين أسيتل كولين من جديد. (الشكل 9.6.9 في الشكل 6)



الشكل 9.6.9: آلية إنتقال جهد الفعل عبر الشق التشابكي

تكمّن أهمية التشابك العصبي فيما يلي:

1. نقل السيالات العصبية من عصبون إلى آخر.
2. نقل السيالات العصبية باتجاه واحد فقط. حيث تتحرر النواقل العصبية من جهة واحدة من التشابك العصبي فقط (الغشاء قبل التشابكي) بينما توجد المستقبلات على الجهة الأخرى (الغشاء بعد التشابكي).
3. تعمل التشابكات العصبية كنقاط التقاء لمجموعة من العصبونات المختلفة. فقد يتصل الغشاء بعد التشابكي بعدة أغشية قبل تشابكية لأكثر من عصبون. وفي هذه الحالة يكون تأثير العصبونات قبل التشابكية على العصبون بعد التشابكي معتمداً على مجموع تأثيرات تلك العصبونات بإحدى طريقتين (أنظر الشكل 9.6.10).

أ. **الجمع المكاني Spatial Summation:** وذلك عند وصول السيالات العصبية من العصبونات قبل التشابكية إلى العصبون بعد التشابكي في نفس الوقت. لتكون نتيجة التأثير هي حاصل جمع تلك السيالات التي قد تكون منبهة أو مثبّطة.

أضف إلى معلوماتك،،،

التشابك الكهربائي

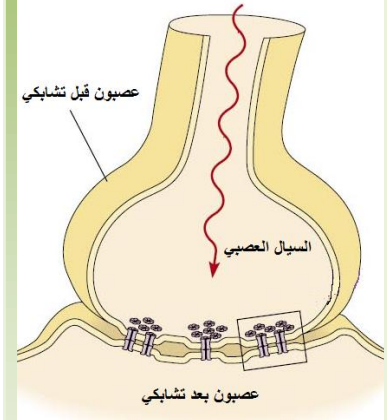
Electrical Synapse

يبيّن الشكل (9.6.9) عملية التواصل العصبي عبر الشق التشابكي بواسطة مواد كيميائية تسمى النواقل العصبية، لذا يعرف هذا النوع من التشابك "بالتشابك الكيميائي". وبالمقابل فإن

Synapse التشابك العصبي قد يحدث بانتقال السيال العصبي من العصبون قبل التشابكي إلى العصبون بعد التشابكي مباشرة عبر قنوات بروتينية تعرف باسم "Gap Junctions". ويسمى هذا

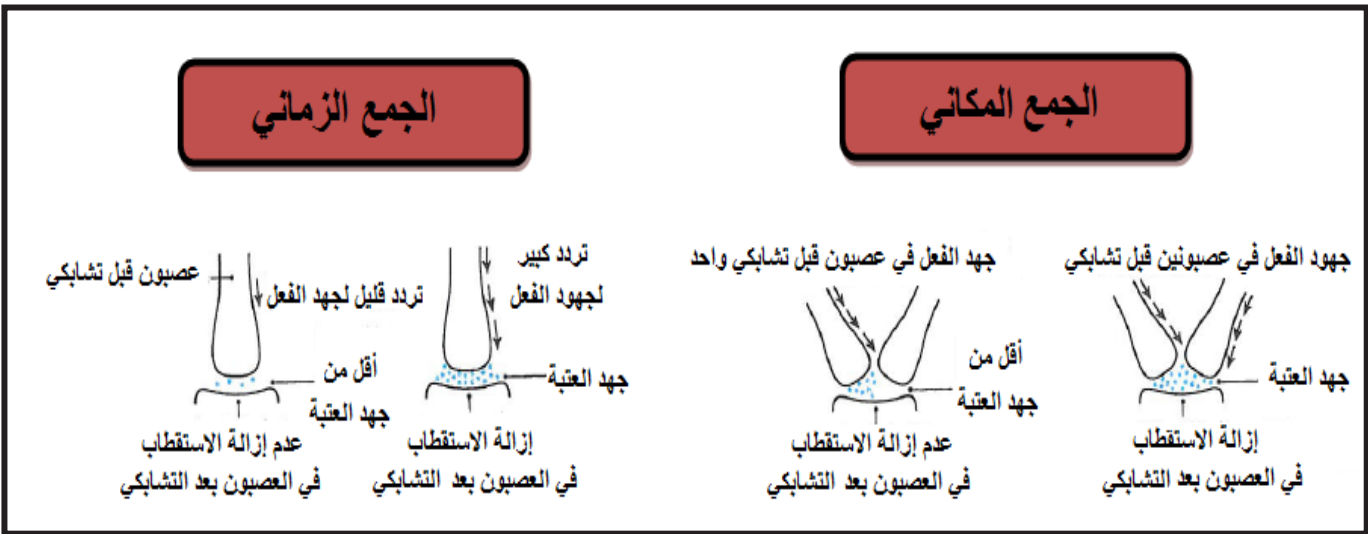
التشابك العصبي بالتشابك الكهربائي **Electrical Synapse**. ويضمن هذا النوع من التشابك سرعة أكبر في نقل السيال العصبي كما في حالة ردود الفعل الدفاعية لدى بعض الحيوانات كالأسماك.

الشكل 9.6.10: آلية إنتقال جهد الفعل عبر الشق التشابكي



ب. الجمع الزمني Temporal Summation: وذلك عند وصول مجموعة من السيالات العصبية تباعاً إلى العصبون بعد التشابكي، ولا تُسبب تلك السيالات العصبية تنشيطاً للعصبون بعد التشابكي، إلا إذا كان مجموعها مساوياً أو يزيد عن جهد عتبة التنبيه **Threshold**.

3. قد تكون التشابكات العصبية **منشطة Excitatory** أو **مثبطة Inhibitory**. وتقوم التشابكات العصبية المثبطة بإفراز نواقل عصبية تسبب زيادة في استقطاب الغشاء بعد التشابكي **Hyperpolarization** بدلاً من إزالة الاستقطاب، وهذا ما يجعل نشوء سيال عصبي في ذلك العصبون أكثر صعوبة. ويمكن التغلب على هذا التنشيط بفعل ظاهرتي الجمع المكاني أو الزمني لسيالات عصبية منشطة.



الشكل 9.6.8: تأثير مجموع السيالات العصبية في العصبون بعد التشابكي

معلومات إثرائية : المستقبلات الحسية ودورها كمحولات للطاقة

يمتلك الإنسان مجموعة من المستقبلات الحسية التي تستطيع التعرف على بعض المتغيرات في البيئة الخارجية واستقبالها على شكل منبهات، وعلى الرغم من تنوع تركيبها ووظائفها، فإن جميع تلك المستقبلات الحسية تقوم باستقبال طاقة المؤثرات الخارجية وتحويلها إلى طاقة كهروكيميائية على شكل سيالات عصبية ولذا يمكن اعتبارها محولات للطاقة **Energy Transducers**، ومن الأمثلة على ذلك:

1. العين: تقوم الخلايا الحسية في شبكية العين باستقبال الطاقة الضوئية وتحويلها إلى سيالات عصبية لتمكننا من رؤية الأجسام الخارجية.
2. الأذن: تقوم خلايا متخصصة في الأذن الداخلية باستقبال الطاقة الميكانيكية للأمواج الصوتية وتحويلها إلى سيالات عصبية تنتقل للدماغ ليتم تفسيرها.
3. الأنف واللسان: تقوم الخلايا المتخصصة في سطح اللسان وتجويف الأنف على تحويل الطاقة الكيميائية للمواد الغازية أو الصلبة والسائلة إلى سيالات عصبية.
4. الجلد: يحتوي الجلد على عدة أنواع من الخلايا الحسية التي تتأثر بالضغط أو اللمس أو الحرارة والتي يتم تحويلها أيضاً إلى سيالات عصبية.

Unit 12AB.3

المعيار 12A 9.11

الدماغ في الإنسان Human Brain

الأهداف:

على الطالب أن:

1. يتعرف على الأجزاء الرئيسية للدماغ البشري.
2. يوضح العلاقة بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء.

المصطلحات الأساسية:

- الدماغ

Brain

- قشرة الدماغ

Cerebral Cortex

- النخاع

Medulla

- المادة الرمادية

Gray Matter

- المادة البيضاء

White Matter

- المخ

Cerebrum

- المخيخ

Cerebellum

- النخاع المستطيل

Medulla Oblongata

- تحت المهاد

Hypothalamus

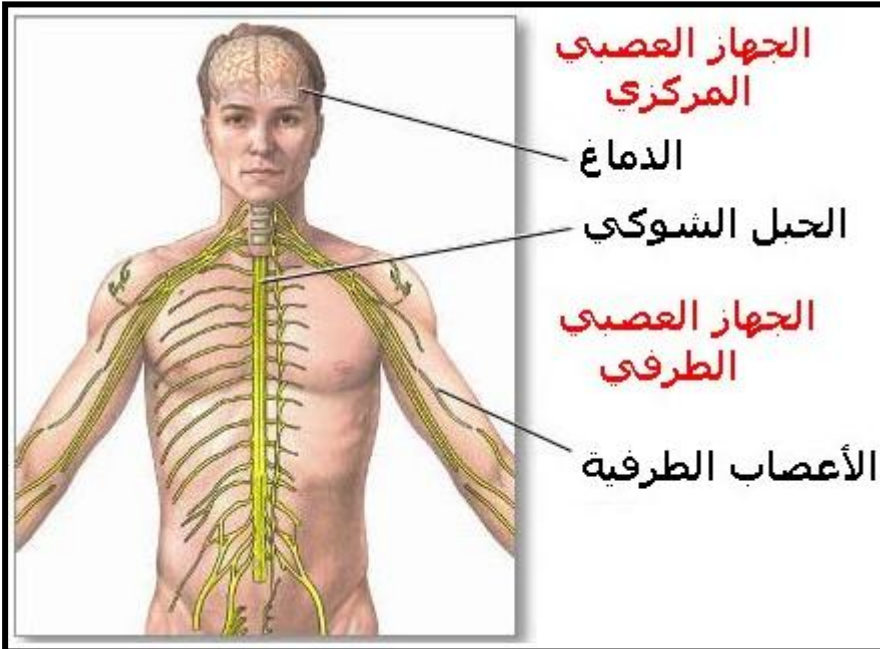
يتكون الجهاز العصبي في الثدييات من جزئين رئيسيين كما يظهر في الشكل (9.11.1).

1. الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System:

ويتكون من الدماغ والحبل الشوكي، واللذان يقومان بصورة أساسية بتفسير المعلومات الحسية الواردة إليهما وإنتاج الاستجابة المناسبة لها.

2. الجهاز العصبي الطرفي Peripheral Nervous System:

ويتكون من مجموع الأعصاب الدماغية والشوكية والتي تخرج من الجهاز العصبي المركزي وتنتشر في كافة أجزاء الجسم، وتعمل هذه الأعصاب على نقل الإشارات والرسائل بين الجهاز العصبي المركزي وأعضاء الجسم المختلفة.

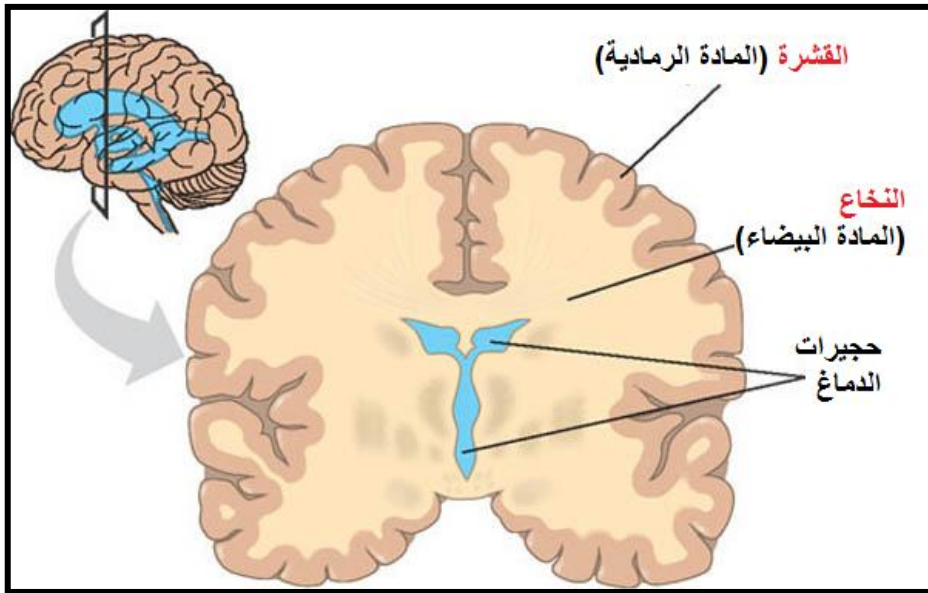


الشكل 9.11.1: تركيب الجهاز العصبي في الإنسان

الدماغ في الإنسان Human Brain:

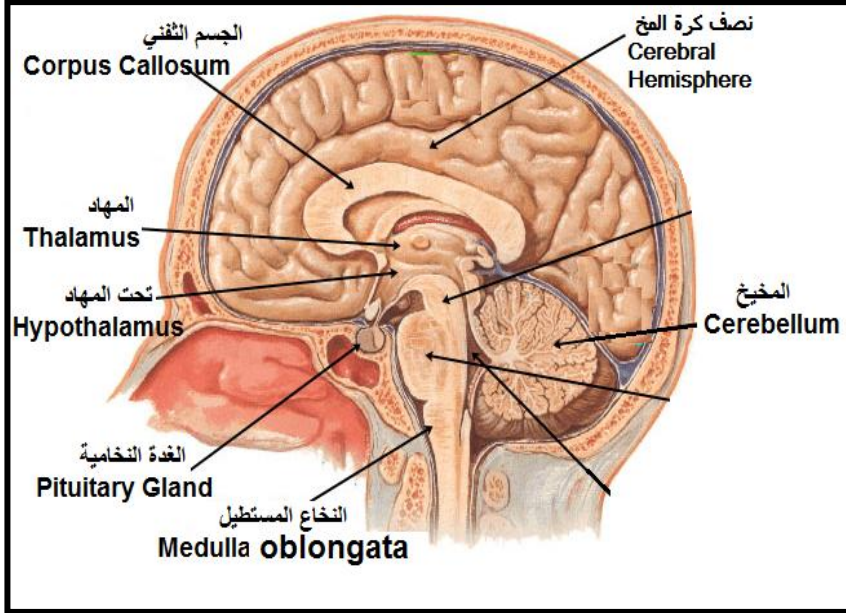
يشكل الدماغ الجزء الرئيس من الجهاز العصبي في الإنسان، ويتكون من ملايين العصبونات التي تحتل أجسام خلاياها الطبقة الخارجية من الدماغ والمسماة بالقشرة الدماغية **Brain Cortex** أو ما يعرف باسم المادة الرمادية **Gray Matter**. بينما يتكون الجزء الداخلي من الدماغ (**النخاع Medulla**) من محاور تلك العصبونات مشكلاً المادة البيضاء **White Matter**.

كما يحتوي الدماغ تجويفاً مركزياً يتصل بتجويف النخاع الشوكي يسمى "حجيرات الدماغ **Brain Ventricles**" ويمتلئ ذلك التجويف بسائل يعرف باسم **السائل الشوكي الدماغية Cerebrospinal Fluid** الذي يقوم بعدة وظائف أهمها حماية الدماغ من الصدمات، وتغذية الخلايا الدماغية. أنظر الشكل (9.11.2).



الشكل 9.11.2: التركيب الداخلي للدماغ

Main Features of the Human Brain: الخصائص الرئيسية للدماغ البشري



الشكل 9.11.3 : الأجزاء الداخلية الرئيسية للدماغ

1. يتميز الدماغ البشري بأكبر حجمه مقارنة بأدمغة الثدييات الأخرى، كما يتميز بكثرة التعرجات والإنتواءات في سطحه مما يعطيه مساحة سطح كبيرة بالنسبة لحجمه، الأمر الذي يساعد على أداء العمليات العقلية بكفاءة وسرعة.

2. تشكل قشرة الدماغ (المادة الرمادية) المكونة من أجسام خلايا العصبونات ما يقارب 80% من وزن الدماغ. ويبلغ سمك هذه الطبقة حوالي 3 - 5 ملم، وترتبط بها الوظائف الرئيسية للدماغ.

3. ترتبط كل منطقة من مناطق قشرة الدماغ بوظيفة حسية معينة، فهناك مناطق خاصة باستقبال المعلومات الحسية البصرية، وأخرى للمعلومات الحسية الصوتية... وهكذا.

4. يتكون الدماغ من جزئين متماثلين طولياً، يعرفان باسم نصفي الكرة المخية Cerebral Hemispheres، ويرتبط الجزءان بنسيج رابط يسمى الجسم الثقني Corpus Callosum. لاحظ الشكل (9.11.3).

5. تحتوي قشرة الدماغ على مناطق متخصصة في تفسير المعلومات الحسية إلى جانب الأوامر الحركية.

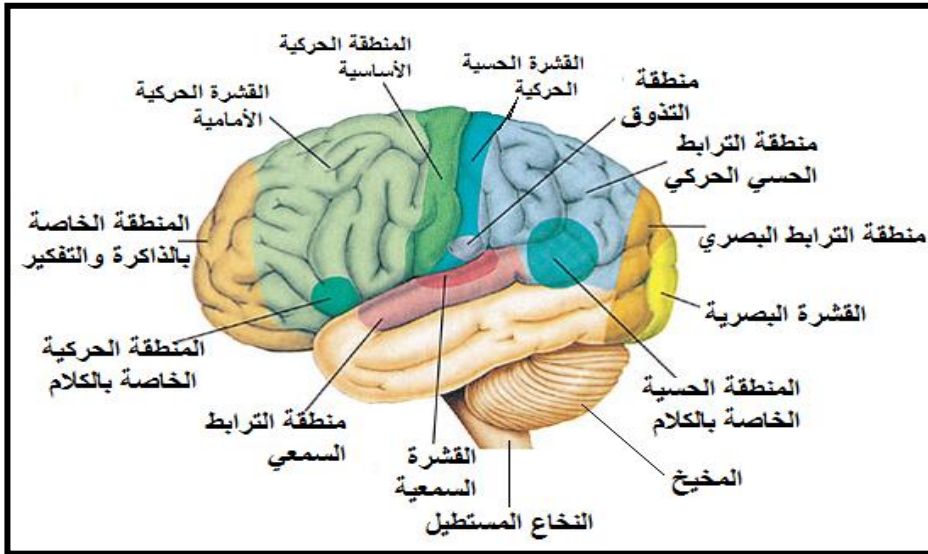
6. يتحكم كل نصف من نصفي الدماغ بأحد نصفي الجسم. بحيث يتحكم الجزء الأيمن من الدماغ بالجزء الأيسر من الجسم، والعكس صحيح. ولهذا نجد أن محاور الخلايا العصبية تتقاطع في مركز الدماغ (النخاع) خلال توصيل أو نقل المعلومات الحسية والحركية من وإلى القشرة الدماغية.

7. تتوافق مساحة كل منطقة متخصصة في قشرة الدماغ مع مستوى النشاط الحسي أو الحركي لأجزاء الجسم التي ترتبط بها. فعلى سبيل المثال، يتم تمثيل الأيدي والأرجل والشفاه واللسان بمناطق واسعة من القشرة الدماغية مقارنة ببقية أجزاء الجسم.

8. ترتبط بعض العمليات العقلية العليا بالجزء الأيمن من قشرة المخ ويشمل ذلك القدرات الفنية للفرد وقدرته على تذكر الأماكن، بينما يرتبط بعضها الآخر بالجزء الأيسر، مثل اللغة، العمليات الحسابية، والقدرة على التحدث.

التراكيب الرئيسية للدماغ ووظائفها

1. المخ Cerebrum: وهو الجزء الرئيسي من الدماغ ويشكل معظم حجمه. وتتحكم قشرته بالعمليات العقلية العليا، إذ تقوم باستقبال المعلومات الحسية، ثم تعمل على تفسيرها وإدراكها في ضوء الخبرات السابقة، ثم تنتج الأوامر الحركية اللازمة لإنتاج الاستجابة الملائمة. وبهذا تكون قشرة المخ، مسؤولة عن تنظيم جميع الأفعال الإرادية للجسم، بالإضافة إلى العمليات المعقدة كالتعلم، الذكاء، التفكير، والذاكرة... الخ. أنظر الشكل (9.11.4).



الشكل 9.11.4: الوظائف الأساسية لمناطق قشرة المخ (للاطلاع الذاتي)

2. المخيخ Cerebellum:

يقع المخيخ في الجزء الخلفي السفلي من الدماغ، ويعتبر جزءاً من **الدماغ الخلفي Hindbrain**. ويتميز بكثرة تعرجاته وإتواءاته السطحية. ويقوم المخيخ بعدة وظائف أساسية تتضمن التنسيق بين الحركات العضلية الإرادية، وحفظ التوازن. كما يعتقد أن للمخيخ دوراً في تنسيق الحركات وتعلمها كما هي الحال في ركوب الدراجة أو السباحة مثلاً.

أضف إلى معلوماتك،،،

" صحة الجهاز العصبي المركزي "

يمثل الدماغ مع الحبل الشوكي أهم أجزاء الجسم وأكثرها حيوية، لذا فهما محاطان بطبقات حماية فيزيائية مضاعفة تتمثل في:

1. الجمجمة والعمود الفقري.

2. أغشية السحايا:

وهي الأغشية التي تحيط بالدماغ والنخاع الشوكي وتتكون من ثلاثة طبقات تغطي الدماغ واسمها من الخارج إلى الداخل الأم الجافية dura mater والطبقة العنكبوتية arachnoid والأم الحنون pia mater.

3. السائل المخي الشوكي:

وهو سائل مائي يملأ تجويف الجمجمة والعمود الفقري ليحيط بالجهاز العصبي المركزي.

4. الحاجز الدموي الدماغي:

هو حاجز بين الدم، والسائل الخارج الخلوي الخاص بالدماغ في الجهاز العصبي المركزي. ويتكون الحاجز من غشاء قاعدي سميك، بالإضافة إلى نهايات قديمة للخلايا النجمية. تقوم الخلايا الحاجز، بمنع انتشار بعض المواد المجرية مثل البكتيريا وبعض الجزيئات الكبيرة المحبة للماء إلى السائل المخي الشوكي، بينما تسمح لبعض الجزيئات الأخرى الصغيرة الكارهة للماء بالانتشار إلى السائل (مثل: الأكسجين، ثاني أكسيد الكربون، الهرمونات).

3. النخاع المستطيل **Medulla Oblongata**:

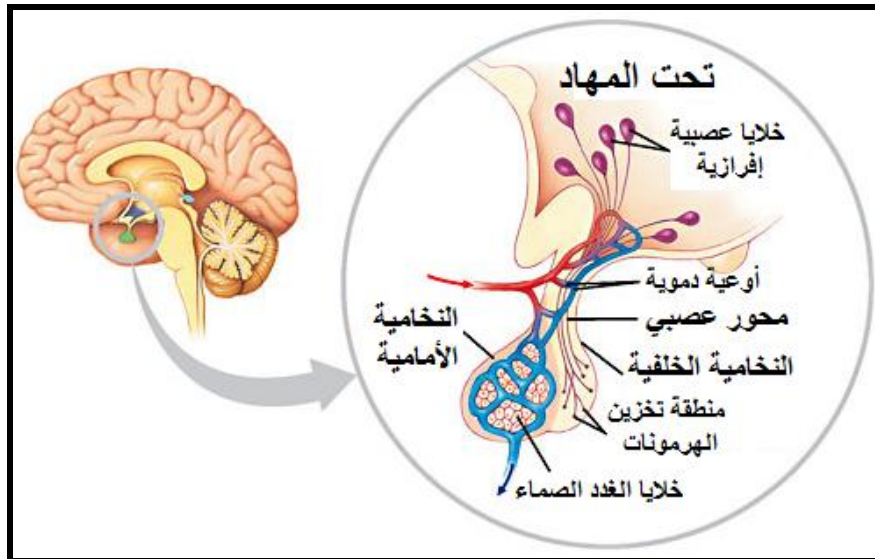
يعتبر النخاع المستطيل جزءاً من الدماغ الخلفي أيضاً، ويتولى العديد من الوظائف الخاصة بالأفعال المنعكسة الدماغية كالبلع، والسعال وإفراز اللعاب، كما يلعب دوراً أساسياً في تنظيم عملية التنفس، وضغط الدم، ومعدل نبض القلب.

يحتوي النخاع المستطيل على عدة أنواع من الخلايا العصبية التي تمكنه من أداء الوظائف المذكورة أعلاه، حيث يتم التحكم بتلك العمليات الحيوية الرئيسية بواسطة **الجهاز العصبي الذاتي Autonomic Nervous System** الذي يتصل بعضلات الحجاب الحاجز، وعضلات بين الأضلاع، وعضلة القلب، وجدران الشرايين والشريينات. كما يحتوي النخاع المستطيل خلايا حسية خاصة بقياس كمية ثاني أكسيد الكربون في الدم.

4. تحت المهاد **Hypothalamus**:

تقع منطقة تحت المهاد في قاعدة **الدماغ الأمامي Forebrain** فوق الغدة النخامية. وتشكل تحت المهاد المركز الرئيسي للجهاز العصبي الذاتي، وتحتوي المراكز الخاصة بالتحكم في الشهية للطعام، والعطش، والاتزان المائي للجسم، ودرجة الحرارة، والعواطف كالسعادة والخوف، كما تتحكم تحت المهاد بالنمط البيولوجي الخاص بالنوم واليقظة بالإضافة إلى تنظيم إفراز بعض الهرمونات.

ترتبط تحت المهاد مباشرة بالفص الخلفي للغدة النخامية عبر **محاور عصبية إفرازية Neurosecretory Axons**، بينما ترتبط بالفص الأمامي للغدة النخامية عبر شبكة من الأوعية الدموية. وعبر هذه الوصلات، تتحكم تحت المهاد في إفرازات الغدة النخامية الأمامية والخلفية، لذا تُعتبر تحت المهاد حلقة الوصل الأساسية بين الجهاز العصبي و**جهاز الغدد الصماء Endocrine System**. أنظر الشكل (9.11.5).



الشكل 9.11.5: علاقة تحت المهاد بالغدة النخامية

Unit 12AB.3

المعيار 12A 9.12, 12A 9.13

جهاز الغدد الصماء Endocrine System

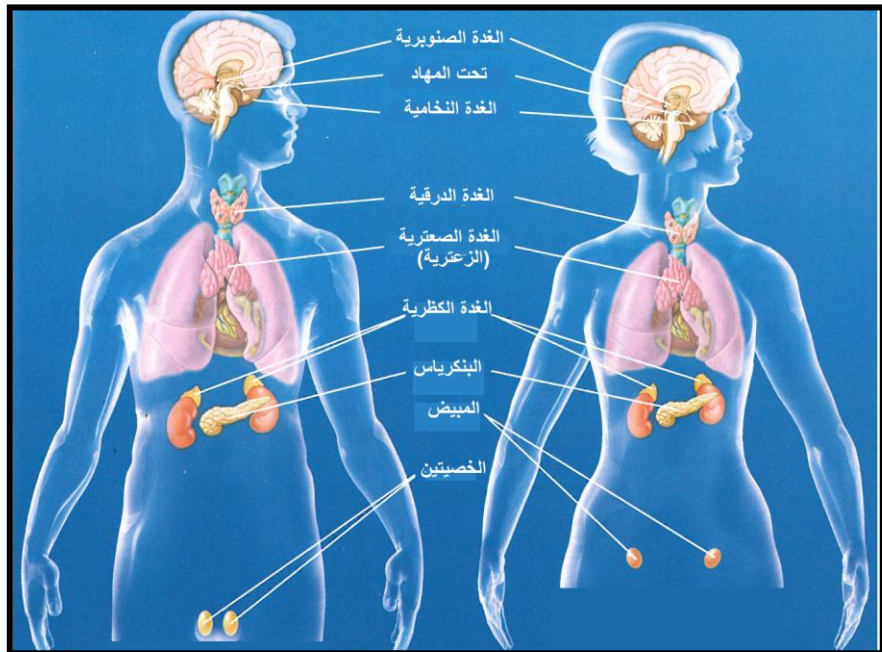
الأهداف:

- على الطالب أن:
1. يعدد أسماء وأماكن ووظائف الغدد الصماء الرئيسية في الجسم.
 2. يوضح كيف يساهم هرموني الإنسولين و الجلوكاجون في تنظيم مستوى السكر في الدم.
 3. يوضح أسباب مرض السكري.

المصطلحات الأساسية:

- الهرمونات
- Hormones
- الغدد الصماء
- Endocrine Glands
- جزر لانجرهانس
- Langerhans Islets
- جلايوجين
- Glycogen
- هرمون الإنسولين
- Insulin
- هرمون الجلوكاجون
- Glucagon
- مرض السكري
- Diabetes
- ارتفاع سكر الدم
- Hyperglycemia

علمت سابقاً أن الجهاز العصبي يسيطر على الكثير من الأنشطة الحيوية داخل الجسم، محاولاً الحفاظ على حالة **الاتزان الداخلي Homeostasis**. إلا أن التنظيم العصبي لا يصل إلا إلى عدد قليل من خلايا الجسم، كما يدوم التأثير العصبي لفترة قصيرة فقط. بينما تحتاج الكثير من العمليات الحيوية بالجسم كالنمو مثلاً إلى تنظيم طويل المدى. ويؤدي جهاز الغدد الصماء (اللافتوية) دوراً أساسياً في مثل هذه العمليات عن طريق إفراز مواد كيميائية تسمى **الهرمونات Hormones**. وتنقل تلك الهرمونات عبر مجرى الدم لتصل إلى خلايا محددة في الجسم تسمى **الخلايا المستهدفة Target Cells** تحتوي على مستقبلات خاصة بالهرمونات، لذلك فهي تتأثر بالهرمونات دون غيرها من الخلايا. تنتشر **الغدد الصماء Endocrine Glands** في معظم أرجاء الجسم ويوضح الشكل (9.12.1) أهم تلك الهرمونات وأماكن تواجدها في الجسم:



الشكل 9.12.1: أهم الغدد الصماء في جسم الإنسان

تقوم الغدد الصماء المختلفة بإفراز مجموعة كبيرة من الهرمونات التي تؤدي كل منها وظيفة متخصصة، ويبين الجدول التالي أهم إفرازات الغدد الصماء ووظيفة كل منها:

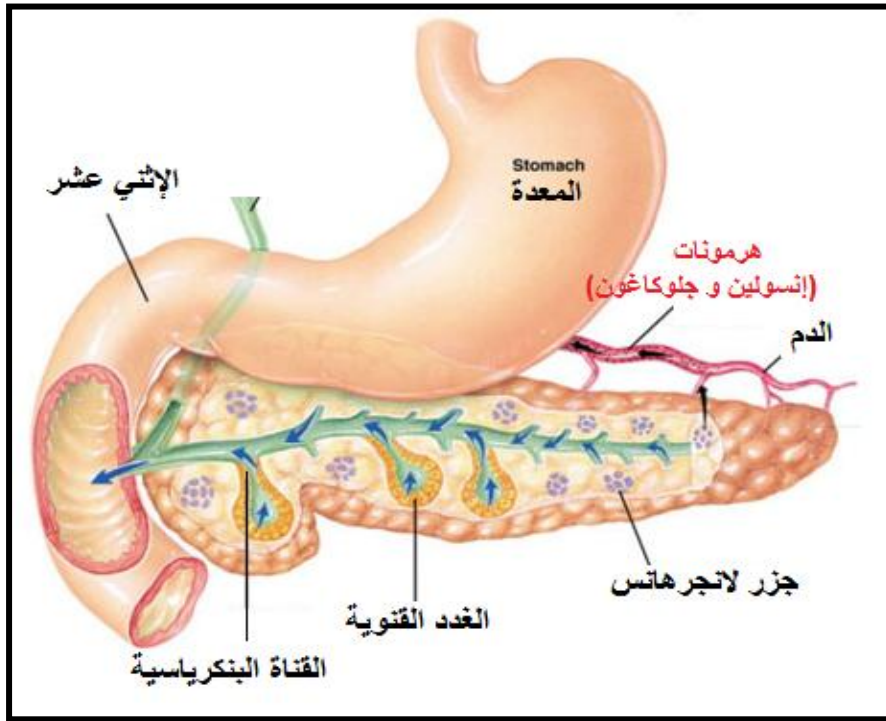
التأثير الرئيسي	الهرمون	الغدة
هرمونات يتم إفرازها من النخامية الخلفية، وهرمونات تنظم عمل النخامية الأمامية		Hypothalamus تحت المهاد
تحفيز انقباض عضلات الرحم والغدد اللبنية	Oxytocin الأوكسيتوسين	النخامية الخلفية Posterior Pituitary Gland (تخزن وتفرز الهرمونات التي يتم إنتاجها في تحت المهاد)
تنظيم عملية إعادة امتصاص الماء عبر الكلية	ADH الهرمون المانع لإدرار البول	
تحفيز النمو وخصوصاً نمو العظام، وتنشيط العمليات الأيضية	هرمون النمو Growth Hormone	النخامية الأمامية Anterior Pituitary Gland
تحفيز إنتاج وإفراز حليب الرضاعة	Prolactin البرولاكتين	
تنشيط إنتاج الحيوانات المنوية في الذكور والبويضات في الإناث	FSH الهرمون المنشط للحوصلة	
تحفيز عمل الخصية والمبيض	LH الهرمون المنشط للجسم الأصفر	
تنشيط عمل الغدة الدرقية	TSH الهرمون المنشط للغدة الدرقية	الغدة الدرقية Thyroid Gland
تحفيز وتنظيم العمليات الأيضية	التيروكسين (T4)، التريونين ثلاثي اليود (T3)	
خفض مستوى الكالسيوم في الدم	كالسيتونين Calcitonin	
رفع مستوى الكالسيوم في الدم	الهرمون الجار درقي (باراثايرويد) PTH	الغدد جارات الدرقية Parathyroid Glands
خفض مستوى السكر في الدم	الإنسولين Insulin	البنكرياس Pancreas
رفع مستوى السكر في الدم	الجلوكاغون Glucagon	
رفع مستوى السكر في الدم	الهرمونات القشرية السكرية Glucocorticoids	قشرة الغدة الكظرية Adrenal Gland Cortex
تنظيم إعادة امتصاص أيونات الصوديوم وإفراز أيونات البوتاسيوم في الكلية	الهرمونات القشرية المعدنية Mineralcorticoids	
رفع مستوى السكر في الدم، زيادة معدل التفاعلات الأيضية، وانقباض بعض الأوعية الدموية	الأدرينالين والتورأدرينالين Adrenaline and Noradrenaline	نخاع الغدة الكظرية Adrenal Gland Medulla
دعم تكوين الحيوانات المنوية، بالإضافة إلى ظهور وإستمرارية الصفات الذكرية الثانوية	الأندروجينات Androgens	الخصية Testis
تحفيز نمو بطانة الرحم، بالإضافة إلى ظهور وإستمرارية الصفات الأنثوية الثانوية	الإستروجين Estrogen	المبيض Ovary
تحفيز نمو بطانة الرحم	البروجسترون Progesterone	
تنظيم الأنماط (الساعة) البيولوجية	Melatonin الميلاتونين	الغدة الصنوبرية Pineal G and

Unit 12AB.3

وكأحد الأمثلة على دور الغدد الصماء والهرمونات في الحفاظ على ثبات البيئة الداخلية سندرس هنا دور البنكرياس وهرموني الأنسولين والجلوكاجون في تنظيم مستوى سكر الجلوكوز في الدم.

❖ البنكرياس Pancreas:

يقع البنكرياس تحت المعدة، ويعمل كغدة مزدوجة، فهو يعتبر غدة قنوية لإنتاجه وإفرازه الإنزيمات الهاضمة إلى الإثني عشر عبر القناة البنكرياسية، لكنه في نفس الوقت يعتبر غدة صماء (لاقنوية) لقدرته على إفراز هرموني الأنسولين والجلوكاجون من خلايا متخصصة فيه تعرف باسم "جزر لانجرهانس Langerhans Islets" إلى مجرى الدم مباشرة. لاحظ الشكل (9.12.2). وتتميز خلايا جزر لانجرهانس بأنها تمتلك مستقبلات تتحسس التغير في مستوى السكر في الدم.



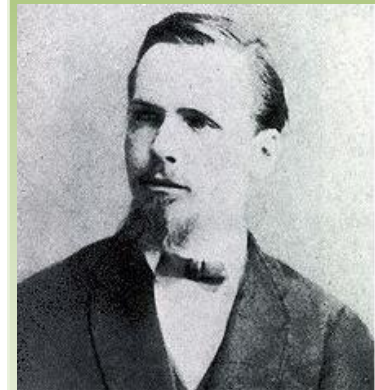
الشكل 9.12.2: موقع وتركيب البنكرياس

أضف إلى معلوماتك،،،

"فضل العلماء"

سميت جزر لانجرهانس في البنكرياس بهذا الاسم نسبة إلى العالم الألماني "باول لانجرهانس" الذي كان أول من إكتشفها في العام 1869 وفي عمر الثانية والعشرين!!!

وقد أطلق عليها لانجرهانس اسم جزر لأنها تظهر على شكل تجمعات خلوية متناثرة في البنكرياس كما تتناثر الجزر في المحيط. وتشكل خلايا جزر لانجرهانس ما يقارب 1 إلى 2% فقط من وزن البنكرياس، ويقدر عددها بحوالي المليون "جزيرة" ولا يزيد وزنها مجتمعة عن 1 إلى 1.5 غرام فقط.



"باول لانجرهانس"

فكر:

أصيب شخص بالتهاب وتضخم في الرقبة بالقرب من الحنجرة استمر لعدة أسابيع خلالها شعر جاسم بالتعب والخمول والإعياء مع عدم القدرة على تحمل البرد. في رأيك ما سبب هذه الحالة؟

❖ التنظيم السكري **Glucoregulation**

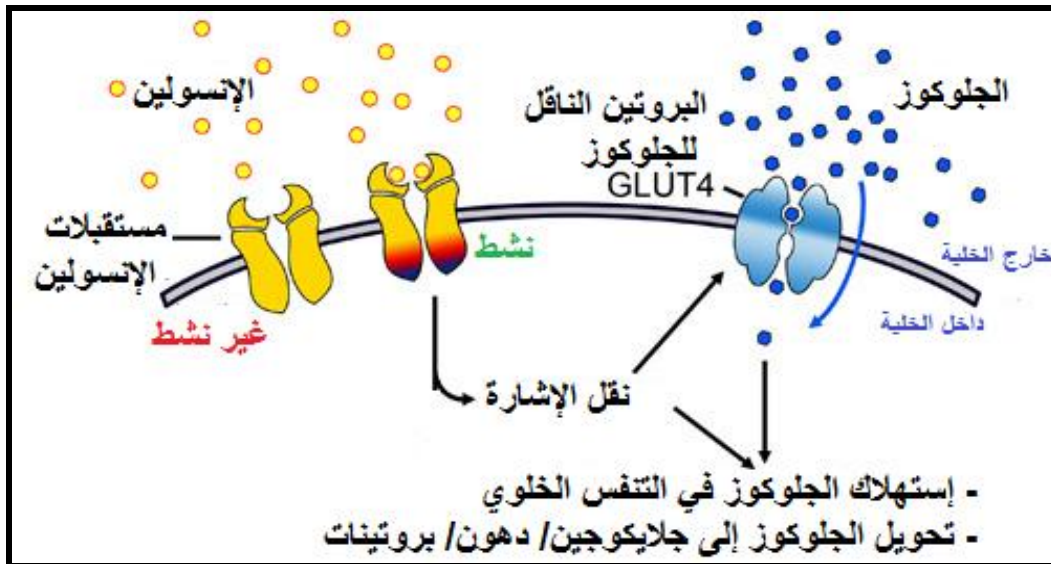
يتم امتصاص سكر الجلوكوز من الغذاء المهضوم، ليعمل الدم على نقله إلى كافة خلايا الجسم ليستخدم كمادة أساسية في عملية التنفس الخلوي المنتجة للطاقة، بينما يتم تخزين الفائض منه على شكل الكربوهيدرات المعقد "جليكوجين **Glycogen**" وخصوصاً في خلايا الكبد والعضلات.

قد يرتفع مستوى السكر في الدم بشدة بعد تناولنا للوجبات الغذائية، بينما ينخفض بشدة لدى ممارستنا للنشاط الرياضي، لذا فمن الضروري الحفاظ على مستوياته في الدم ضمن مدى ضيق بصورة دائمة، وتحدث عملية التنظيم هذه بمساعدة هرموني الإنسولين والجلوكاجون كما يلي:

1. هرمون الإنسولين **Insulin**:

عند ارتفاع مستوى السكر في الدم عن المدى الطبيعي (بين 65 و 104 مليغرام/ديسيلتر) تقوم خلايا متخصصة في جزر لانجرهانس تسمى "الخلايا بيتا **β Cells**" بإفراز هرمون الإنسولين وهو هرمون بروتيني إلى مجرى الدم، ليصل إلى جميع خلايا الجسم. ويعمل الإنسولين على خفض مستوى السكر في الدم من خلال: (انظر الشكل 9.12.3)

- زيادة امتصاص خلايا العضلات للجلوكوز من مجرى الدم.
- تخزين الجلوكوز في خلايا الكبد والعضلات على شكل جليكوجين.
- تحويل الجلوكوز إلى مواد دهنية في النسيج الدهني بالجسم.



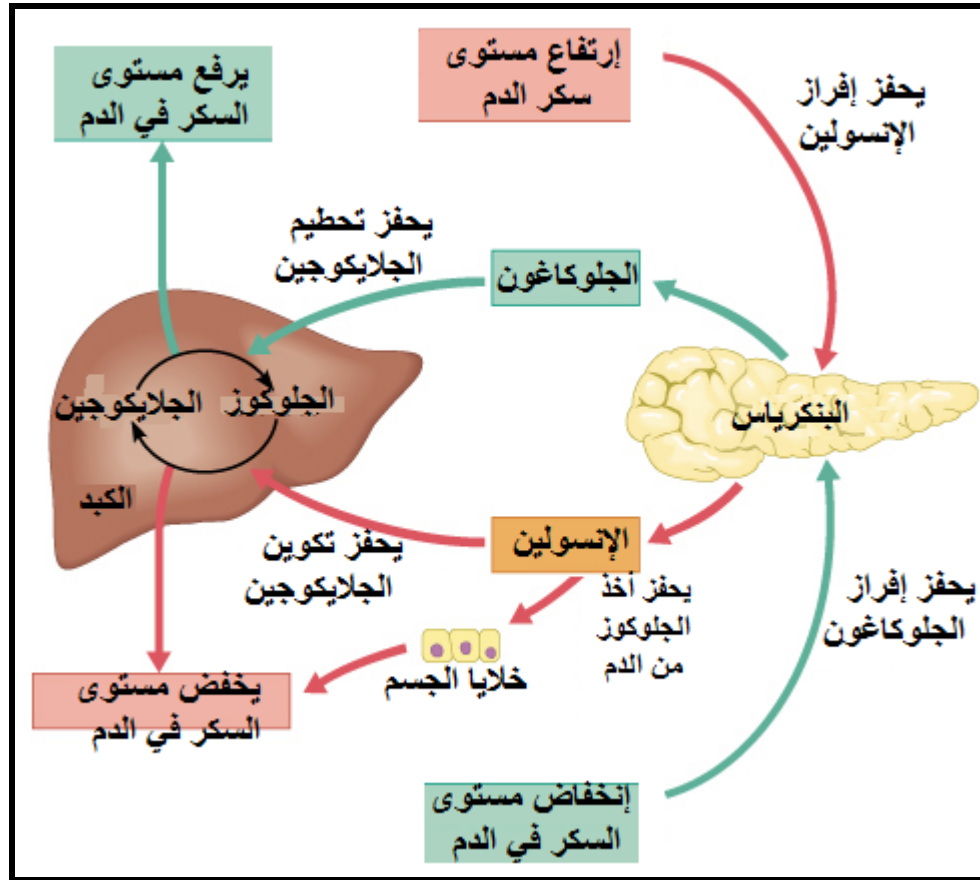
الشكل 9.12.3: آلية عمل هرمون الإنسولين

2. هرمون الجلوكاجون Glucagon:

عند انخفاض مستوى السكر في الدم عن المدى الطبيعي تقوم خلايا متخصصة في جزر لانجرهانس تسمى "الخلايا ألفا α Cells" بإفراز هرمون الجلوكاجون وهو هرمون بروتيني إلى مجرى الدم، ليصل إلى جميع خلايا الجسم، إلا أن الكبد هو هدفه الأساسي. ويعمل الجلوكاجون على رفع مستوى السكر في الدم من خلال:

- تحويل الجلايكوجين المخزن في خلايا الكبد فقط (وليس العضلات) إلى جلوكوز وتحريره باتجاه مجرى الدم.
- تحويل الأحماض الأمينية (بصورة غير مباشرة) إلى جلوكوز.

وهنا نجد أن هرموني الأنسولين والجلوكاجون يعملان بصورة متعاكسة دائماً للحفاظ على مستوى السكر في الدم ضمن مداه الطبيعي، أنظر الشكل (9.12.4).



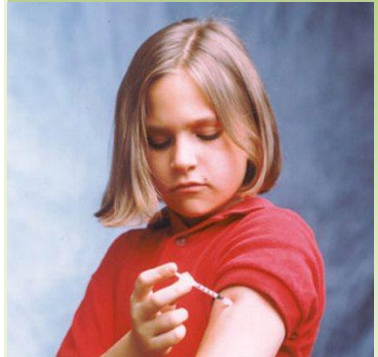
الشكل 9.12.4: آلية التنظيم السكري في الجسم

Unit 12AB.3

نشاط،،،

أشارت إحدى الدراسات الصحية التي نشرت في قطر في العام 2010 إلى إصابة ما يقارب 40% من أطفال قطر بالسمنة.

في ضوء هذه النتائج الإحصائية، ابحث في المصادر العلمية المناسبة لتتعرف على علاقة السمنة والدهون المتراكمة في منطقة البطن على إمكانية إصابة هؤلاء الأطفال بمرض السكري لاحقاً، وصمم نشرة توعوية بالتعاون مع زملائك حول أهم الطرق والأنماط الحياتية التي يمكن اتباعها لتقليل خطر الإصابة بمرض السكري.



مرض السكري Diabetes

ينتج مرض السكري عندما يحدث خلل في عملية تنظيم مستوى السكر في الدم بسبب:

- عدم قدرة الجسم على إنتاج الأنسولين بكميات كافية.
- عدم استجابة خلايا الجسم للأنسولين بصورة مناسبة.

وبهذا يعاني الشخص المصاب بالمرض من تراكم السكر في الدم فيما يعرف بحالة ارتفاع سكر الدم **Hyperglycemia**، والذي قد يسبب مع مرور الوقت تلفاً في الخلايا العصبية وشبكية العين مسبباً العمى، كما يتسبب ارتفاع سكر الدم المزمن بفشل عمل الكلية وتلف الأوعية الدموية، وفي حالات متقدمة قد يسبب حالة من الغيبوبة طويلة الأمد أو الوفاة. ومن الجدير بالذكر أنه لا يمكن علاج السكري وإنما يمكن السيطرة عليه.

هنالك نوعان رئيسيان من مرض السكري، هما:

1. النوع الأول من السكري Type I Diabetes

- ينتج هذا النوع عندما يتوقف إفراز الأنسولين من البنكرياس، أو تكون كميته غير كافية. ويحدث ذلك عندما يقوم جهاز المناعة في الجسم بإنتاج أجسام مضادة للأنسولين أو خلايا بيتا المنتجة له.
- يتم علاج هذا النوع من السكري بواسطة حقن الأنسولين، وهناك تجارب مبشرة لزراعة البنكرياس أو زراعة خلايا بيتا.

2. النوع الثاني من السكري Type II Diabetes

- ينتج هذا النوع عندما تكون كمية الأنسولين المنتجة في الجسم قليلة، وفي نفس الوقت تكون خلايا الجسم أقل حساسية له أو لعدم وجود مستقبلات الأنسولين على أسطح الخلايا.
- لا تُعرف الأسباب الحقيقية لهذه الحالة، لكن فرص حدوثها تزداد لدى الأشخاص الذين يعانون من السمنة، والتقدم في العمر، والعوامل الوراثية في حالة وجود تاريخ للمرض في العائلة.
- يتم السيطرة على الإصابة بهذا النوع من السكري عبر تناول الوجبات الغذائية المتوازنة قليلة الكربوهيدرات، وزيادة النشاط الرياضي، والحفاظ على وزن مناسب، وتناول بعض الأدوية التي تحفز إنتاج الأنسولين من البنكرياس أو تقلل تركيز الجلوكوز في الدم.

ارجع إلى كراسة الأنشطة والتدريبات وقم بتنفيذ نشاط عن تحليل عملية التنظيم لكمية الجلوكوز في الدم.

Unit 12AB.6

12A.15.1
12A.15.2 المعيار

الأهداف:

- على الطالب أن:
1. يشرح مفهوم مكافحة الحيوية.
 2. يستنتج أهمية مكافحة الحيوية للنظام البيئي والنظام الاقتصادي.
 3. يذكر بعض الأمثلة والتطبيقات على تقنية مكافحة الحيوية.

المصطلحات الأساسية:

- الآفات
- Pests
- المفترسات
- Predators
- الطفيليات
- Parasites
- مكافحة الحيوية
- Biological control
- أنواع مستوطنة
- Endemic Species

المكافحة الحيوية Biological Control

تتسبب الآفات الزراعية والحيوانية بالكثير من الأمراض الخطيرة للمحاصيل الزراعية الأساسية كالقمح والذرة وغيرهما، أو للحيوانات الداجنة وحيوانات المزارع، مما يسبب للإنسان خسائر اقتصادية كبيرة، ويقلل من كمية ونوعية الغذاء المتوفر حول العالم، مما قد يتسبب بأزمات غذائية وارتفاع أسعار الغذاء وحتى المجاعات.

والآفات Pests هي كائنات حية مثل الحشرات أو الكائنات الحية الدقيقة تسبب الأذى وتصيب النبات والحيوان مسببة المرض أو الوفاة.

كما هو الحال لدى جميع المجتمعات الحيوية، فإن المجتمع الحيوي للآفات الزراعية والحيوانية يتعرض لمجموعة من العوامل المنظمة لعدد الأفراد الحية فيه، وأهم تلك العوامل هي **المفترسات Predators** و**الطفيليات Parasites**.

وبشكل عام فإن أي نوع غريب من الكائنات الحية (مهما كان نوعه أو حجمه) يدخل إلى أحد الأنظمة البيئية التي لا ينتمي إليها أصلاً، يمكن أن يكون آفة بالنسبة لذلك النظام البيئي، ولا يمكن السيطرة على عدد أفرادها بواسطة عدوه الطبيعي.

وتعرف القدرة على استخدام المفترس، أو الطفيلي أو مسبب المرض للإبقاء على حجم المجتمع الحيوي للآفة تحت عتبة الضرر الاقتصادي " **بالمكافحة الحيوية Biological Control**. ويمكن للإنسان استغلال العلاقة الطبيعية بين المفترس أو الطفيلي والآفة، للسيطرة على عدد أفراد مجتمع الآفة والحد من تكاثرها وبالتالي خفض تأثيرها الحيوي والإقتصادي على المحاصيل المهمة.

يمكن استخدام تقنية مكافحة الحيوية في البيئات الطبيعية أو البيوت الزجاجية، كما هو مبين في الأمثلة التالية:

1. مكافحة الحيوية في البيئات الطبيعية:

أدخل المستوطنون الأوروبيون الأبقار إلى أستراليا في ثمانينيات القرن التاسع عشر. ولاحقاً ومع تكاثر الأبقار في السهول الأسترالية، واجه المزارعون مشكلة تراكم روث الأبقار على الأرض بسبب عدم قدرة **الأنواع المستوطنة endemic species** من الحشرات الآكلة للروث والمعروفة باسم "**الجعل Dung Flies**" على تحليل الروث والتخلص منه بسبب ما يميزه من قوام رطب لا تستطيع تلك الحشرات التعامل معه.

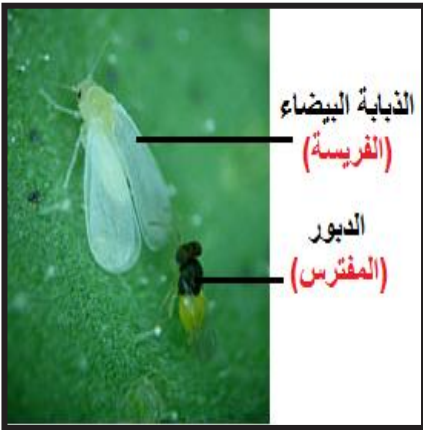


وتسبب تراكم روث الأبقار بالعديد من المشاكل البيئية والاقتصادية للمزارعين تمثلت في تراكم الروث فوق مراعي الأبقار مما كان يفقد المزارعين ما يقارب **200000** هكتار من أراضي الرعي سنوياً، بالإضافة إلى أن الروث كان مكاناً مثالياً لتكاثر نوع من الديدان الطفيلية الممرضة للأبقار.

في العام **1960**، أقدم العلماء الأستراليون على إدخال نوع غريب من الحشرات أكلة الروث تم الحصول عليه من السهول الإفريقية، والذي يتميز بقدرته على تحليل روث الأبقار وإعادة تدويره خلال **48** ساعة، فساهم ذلك في التخلص السريع من روث الأبقار، وبالتالي من الحشرات والديدان الطفيلية التي تتكاثر فيه، بالإضافة إلى تحسينه لنوعية وخصوبة التربة في المراعي مما ساعد على ارتفاع معدل نمو الأعشاب فيها.

2. مكافحة الحيوية في البيوت الزجاجية:

تشكل **الذبابة البيضاء Whitefly** إحدى أكثر الآفات الحشرية ضرراً بالنسبة للمحاصيل الزراعية التي يتم إنتاجها في البيوت الزجاجية والبلاستيكية كالخيار والطماطم. وتقوم هذه الحشرة بالتغذي على أوراق تلك النباتات، كما تتسم بالقدرة على امتصاص المواد العضوية من داخل نسيج اللحاء في الأوراق مما يسبب ذبول الأوراق وتساقطها. بالإضافة إلى ذلك تنتج هذه الحشرة مواد عضوية وفضلات تشكل بيئة جيدة لنمو فطريات النبات التي تضاعف الخطر على حياة النبات.



ومنذ العام **1926** تمكن المزارعون والعلماء من التعرف على العدو الطبيعي للذبابة البيضاء وهو نوع من الدبابير اسمه العلمي (**Encarsia formosa**) والذي يستطيع التغذي على الذباب الأبيض، وبذلك فإن إدخاله للبيوت الزجاجية المزروعة بالخضروات ساعد على مكافحة الزيادة في أعداد الذباب الأبيض كما ساعد على تحسين إنتاجية المزارع بشكل كبير.

نشاط بحثي،،،



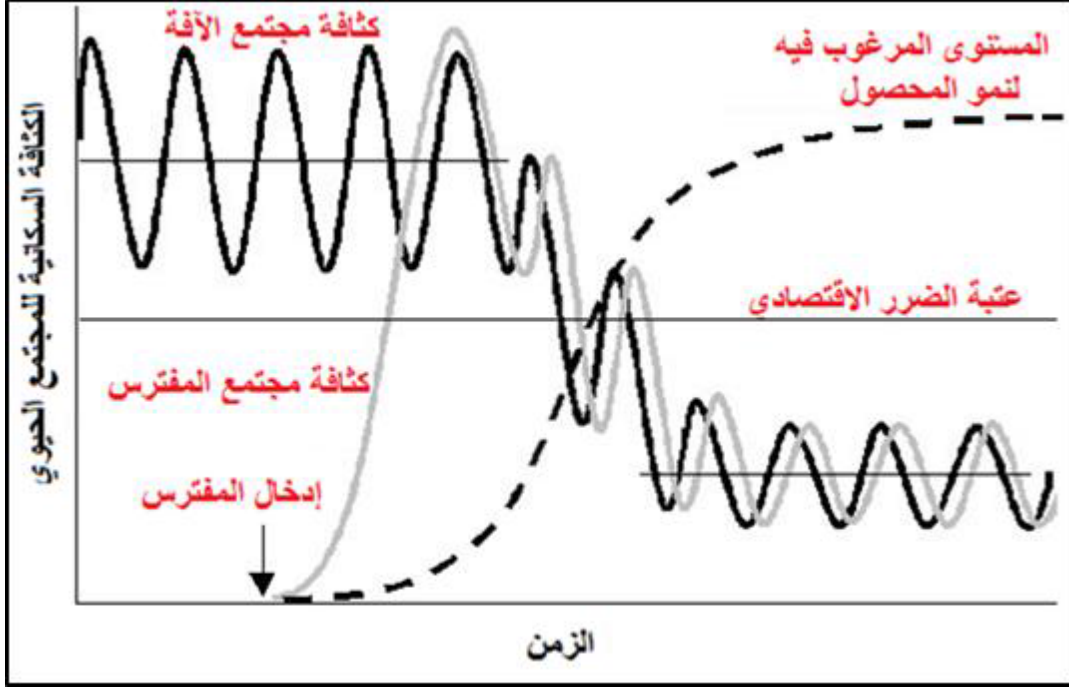
الغذاء العضوي

Organic Food

الأغذية العضوية هي الأغذية التي يتم إنتاجها بطريقة لا تتضمن استخدام المبيدات الكيميائية، أو السماد الصناعي، أو الكائنات المعدلة وراثياً، كما لا يتم معالجتها بالإشعاع أو المذيبات الكيميائية أو الإضافات الغذائية.

قم بزيارة إلى قسم الخضروات والفواكه في إحدى المجمعات التجارية، وتعرف على أنواع ومواصفات الأغذية العضوية المتوفرة، وقارن أسعارها بالمنتجات العادية. ثم ابحث في المصادر العلمية المناسبة واكتب تقريراً حول تاريخ الزراعة العضوية ومزاياها ومساوئها على المستوى الغذائي والصحي والاقتصادي.

وبشكل عام، فإن مكافحة الحيوية تعتمد دائماً على استخدام العدو الطبيعي للآفة بدلاً من المبيدات الكيميائية التي ينطوي استخدامها على مشاكل اقتصادية وبيئية وصحية كثيرة جداً. ويوضح الشكل (15.1.1) مبدأ عمل تقنية مكافحة الحيوية في الحفاظ على حجم مجتمع الآفة تحت السيطرة.



الشكل 15.1.1: مبدأ عمل مكافحة الحيوية في السيطرة على أعداد الآفات

• تمتاز طريقة مكافحة الحيوية في مكافحة الآفات الزراعية بعدة مزايا منها:

1. **التخصصية:** حيث أن المفترس يكون متخصصاً بالقضاء على الآفة المستهدفة، بعكس المبيدات الكيميائية التي قد تؤدي الأنواع النافعة إلى جانب الأنواع الضارة.
2. **الاستدامة:** على الرغم من بطء تكونها، إلا أن مكافحة الآفات التي تنشأ عن استخدام مكافحة الحيوية تتميز باستدامتها إلى فترات زمنية طويلة.
3. **صديقة للبيئة:** بما أنها لا تنطوي على استخدام مواد كيميائية أو مصنعة، فإن مكافحة الحيوية تتميز بكونها غير مؤذية للبيئة وغير ملوثة لها.

• وعلى الرغم من جميع المزايا السابقة الذكر، إلا أن مكافحة الحيوية تواجه بعض الانتقادات وأهمها:

1. إذا واجه المزارعون انتشاراً مفاجئاً لآفة معينة في مزارعهم، فإنهم سيحتاجون إلى طريقة مكافحة سريعة وفعالة، وهذا ما لا توفره مكافحة الحيوية لأن المفترس سيحتاج إلى فترة زمنية للتكيف في البيئة التي سيتم إدخاله إليها.
2. تتعرض المحاصيل إلى العديد من الآفات أثناء فترات نموها، وهذا يستلزم العديد من المفترسات الحيوية، الأمر الذي يصعب توفيره، خصوصاً أن تكلفة مكافحة الحيوية عادة ما تكون مرتفعة.

3. تنتشر بعض الآفات انتشاراً موسمياً وفي ظروف بيئية معينة فقط، فأحياناً قد تظهر الآفة مرة كل خمس سنوات، وبهذا فإن المفترس الحيوي سيتعرض للموت في الفترات الزمنية التي تختفي فيها الآفة، ويتوجب على المزارعين إعادة إدخاله إلى مزارعهم مرة أخرى في حال ظهور الآفة.

4. تنطوي تقنية مكافحة الحيوية على بعض الأخطار البيئية على مستوى **التنوع الحيوي Biodiversity**، ويظهر ذلك من خلال الأمثلة التالية:

أ. **علجوم القصب Cane Toad**: العلجوم هو نوع من البرمائيات التي تشبه الضفادع إلى حد كبير إلا أنه أكبر حجماً ويتميز بجلده المتجدد على عكس الضفادع ذات الجلد الأملس. كما يحتوي جلده على غدد تفرز مواد سامة.



علجوم القصب

تم إدخال 51 زوجاً من العلجوم إلى أستراليا في العام 1935 لاعتقاد المزارعين حينها بقدرته على اصطياد الخنافس التي تتطفل على نبات قصب السكر وتسبب خسارة كبيرة في محصوله. إلا أنه وبعد سنوات قليلة، وجد المزارعون والعلماء أن العلجوم تكاثر بشكل كبير جداً، وامتد انتشاره إلى مناطق واسعة على الساحل الأسترالي. وفي نفس الوقت اكتشف العلماء عدم كفاءة العلجوم في القضاء على الآفات الممرضة لقصب السكر، كما أنه تسبب في موت العديد من المفترسات بسبب قدرته على إفراز السم من جلده. هذا بالإضافة إلى تناقص أعداد منافسيه من السحالي والأفاعي المحلية بسبب نقص الغذاء المتوفر لها. الأمر الذي سبب خللاً في السلسلة الغذائية في ذلك النظام الحيوي.

ب. الأرانب Rabbits:

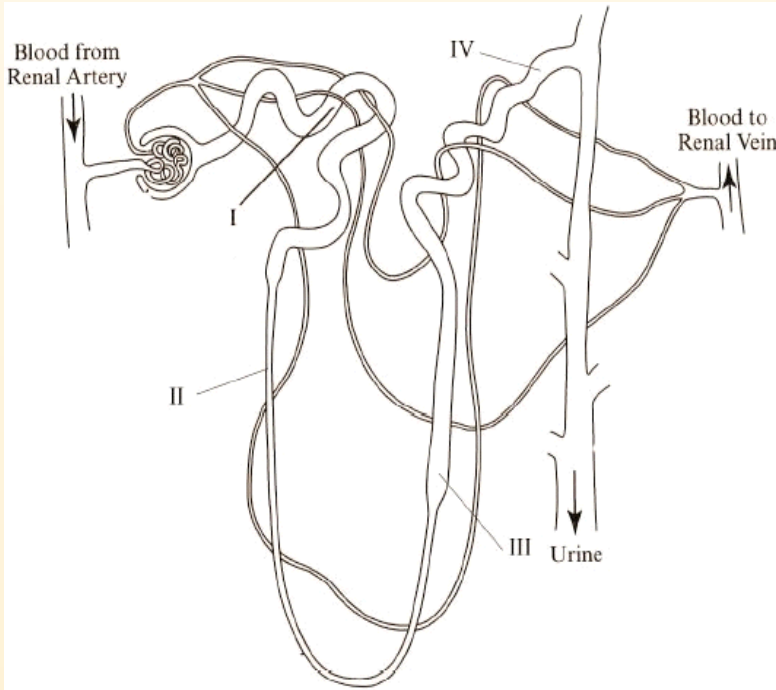


أرنب مصاب بفيروس الميكسوما

عندما تم إدخال الأرانب الأوروبية إلى بريطانيا، وجدت الأرانب بيئة خصبة للحصول على الغذاء وبالتالي تكاثرت بشكل كبير جداً مما أدى إلى تحولها إلى خطر كبير جداً على المحاصيل والأراضي الزراعية، بسبب اتخاذ الأراضي كملاجئ لها والتغذية على المحاصيل الاقتصادية الهامة. ولعلاج هذه المشكلة، قام العلماء بإطلاق فيروس الميكسوما المسبب لمرض الورم المخاطي وهو مرض قاتل للأرانب. وقد أدى انتشار هذا الفيروس بسرعة كبيرة في مجتمع الأرانب إلى القضاء عليها بشكل كبير جداً وصل إلى قتل ما يقارب 99% من أعداد الأرانب. مما شكل خللاً جديداً في التوازن الحيوي، علاوة على انتشار الفيروس إلى الأرانب الداجنة في المزارع والبيوت مسبباً مشكلة صحية واقتصادية جديدة.

أولاً: الاختيار من متعدد:

1. أي أجزاء النفرون تشكل الهدف الرئيسي للهرمون المانع لإدرار البول ADH؟
 - أ. الأنبوبة الملتوية القريبة.
 - ب. الأنبوبة الملتوية البعيدة.
 - ج. إلتواء هنلي.
 - د. القناة الجامعة.
2. أين تحدث عملية الترشيح في الكلية؟
 - أ. محفظة بومان.
 - ب. الأنبوبة الملتوية القريبة.
 - ج. إلتواء هنلي.
 - د. الأنبوبة الملتوية البعيدة.
3. ما التغيير الذي يحدث في الكلية على فترة زمنية معينة ليساهم في عملية التنظيم الأسموزي؟
 - أ. كمية الدم التي تصل إلى الكلية.
 - ب. كمية السائل الراشح من الدم في الكبيبة.
 - ج. كمية المواد الذائبة التي يتم إعادة امتصاصها بصورة اختيارية في الأنبوبة الملتوية القريبة.
 - د. كمية الدم الخارج من الكلية.
4. أي أجزاء النفرون الظاهرة في الشكل التالي غير منفذة للماء؟
 - أ. I
 - ب. II
 - ج. III
 - د. IV



5. تتميز جدران الشعيرات الدموية للكبيبة بنفاذيتها العالية، فيساهم ذلك في إنتاج البول عن طريق؟

- إمكانية ترشيح كمية أكبر من السوائل خارج الدم باتجاه محفظة بومان في كل دقيقة.
- السماح للبروتينات و الجزيئات كبيرة الحجم بالمرور.
- تحمل الضغط العالي للدم في هذه المنطقة دون إلحاق الأذى بالشعيرات الدموية.
- السماح لخلايا الدم البيضاء الأكلة النفاذ عبر جدران الشعيرات لحماية الكلية من الإصابات الجرثومية.

6. يتم تنشيط إفراز هرمون الألدستيرون من الغدة الكظرية بشكل مباشر بواسطة :

- الرينين.
- أنجيوتنسين I.
- أنجيوتنسين II
- أنجيوتنسينوجين.

7. تشمل المواد التي يتم التخلص منها عبر الكلية؟

- الأملاح الزائدة عن حاجة الجسم.
 - الماء.
 - الجلوكوز
- I و II فقط.
 - II و III فقط.
 - I و III فقط.
 - I و II و III فقط.

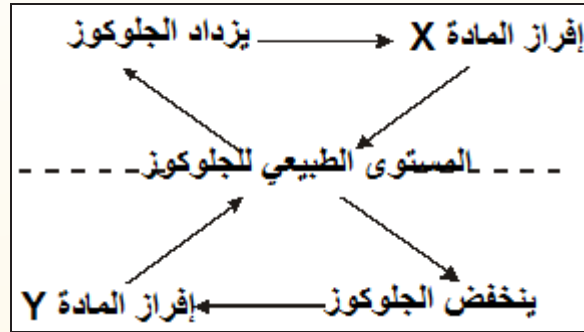
8. أي جزء من أجزاء النفرون تساعد في ازدياد عملية إعادة امتصاص أيون Na^+ عند تحفيزها بهرمون الألدوستيرون :

- إلتواء هنلي
- الأنبوب الملتنوي القريب
- محفظة بومان
- الأنبوب الملتنوي البعيد

9. أي من العمليات التالية تعمل على إعادة المواد من السائل الراشح الى الدم؟

- أ- الترشيح ب- إعادة الامتصاص ج- الإفراز د- النقل النشط

10. يصف الشكل التالي كيف يقوم الجسم بتنظيم مستوى السكر في الدم.



ما المادة التي يمثلها الرمز Y؟

- أ. الأميليز.
ب. الإنسولين.
ج. الجلوكاجون.
د. الجلايكوجين.

11. الخلايا المفرزة للإنسولين هي؟

- أ. خلايا بيتا في البنكرياس.
ب. خلايا الكبد.
ج. خلايا ألفا في البنكرياس.
د. الخلايا الطلائية للأمعاء.

12. أي من المواد التالية تفرز من الأنبوب المتلوي القريب في النفرون لتساهم في الحفاظ على درجة الحموضة للسائل النسيجي:

- أ. أيونات البيكربونات.
ب. NaCl.
ج. الجلوكوز.
د. الأمونيا.

13. أي جزء من أجزاء النفرون يساعد في مرور البول إلى حوض الكلية:

- أ- التواء هنلي ب- القناة الجامعة
ج- محفظة بومان د- الأنبوبة المتلوية البعيدة

14. تقوم الغدد الصماء بوظيفتها للحفاظ على اتزان البيئة الداخلية للجسم عن طريق؟

- أ. إفراز الهرمونات مباشرة إلى مجرى الدم.
- ب. إفراز الهرمونات عبر قنوات خاصة إلى مناطق التأثير.
- ج. إفراز أنزيمات الهضم من البنكرياس.
- د. تسبب التغذية الراجعة الإيجابية في العمليات الحيوية المختلفة.

15. أي من التالية يسبب تكون حالة الاستقطاب وجهد الراحة في العصبون؟

- أ. انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم.
- ب. النقل النشط لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم.
- ج. النقل النشط للصوديوم والانتشار لأيونات الكلوريد.
- د. النقل النشط للبوتاسيوم والانتشار لأيونات الكلوريد.

16. ما الذي يحدث لاستعادة جهد الراحة بعد إزالة الاستقطاب؟

- أ. تفتح بوابات الصوديوم وتنتشر أيونات الصوديوم إلى خارج العصبون.
- ب. تفتح بوابات البوتاسيوم وتنتشر أيونات البوتاسيوم إلى داخل العصبون.
- ج. تفتح بوابات البوتاسيوم وتنتشر أيونات البوتاسيوم إلى خارج العصبون.
- د. تفتح بوابات الصوديوم وتنتشر أيونات الصوديوم إلى داخل العصبون.

17. أي من التالية يشكل الجهاز العصبي المركزي؟

- أ. الأعصاب الطرفية.
- ب. الأعصاب الإرادية واللاإرادية.
- ج. الدماغ والحبل الشوكي.
- د. الأعصاب الحسية والحركية.

18. ما المواد التي تدخل إلى العصبون قبل التشابكي أثناء النقل التشابكي للسيالات العصبية وما المواد التي تغادره؟

المواد التي تغادر العصبون قبل التشابكي	المواد التي تدخل إلى العصبون قبل التشابكي	
أيونات الكالسيوم " Ca^{+2} "	نواقل عصبية	أ.
أيونات الصوديوم " Na^{+} "	نواقل عصبية	ب.
نواقل عصبية	أيونات الصوديوم " Na^{+} "	ج.
نواقل عصبية	أيونات الكالسيوم " Ca^{+2} "	د.

19 . تسبب حركة أحد الأيونات التالية إلى داخل العصبون حدوث جهد الفعل؟

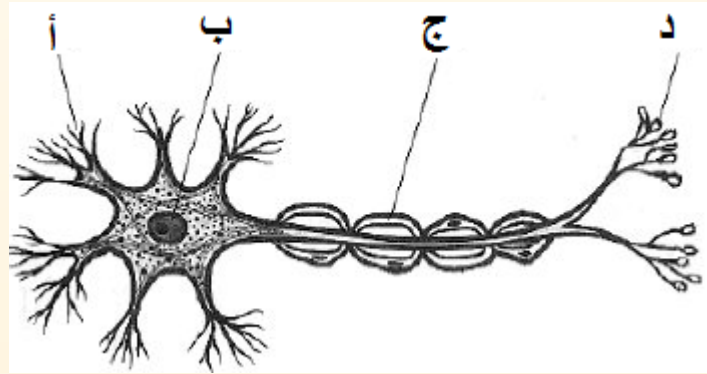
أ. الكالسيوم.

ب. المغنيسيوم.

د. البوتاسيوم.

ج. الصوديوم.

20. أي الأجزاء التالية للعصبون هي المسئولة عن حركة السيالات العصبية مباشرة إلى أعضاء الاستجابة؟



21. معظم مكونات (عضيات) الخلية العصبية تتركز في :

- أ- الزوائد الشجرية
- ب- المحور
- ج- الأزرار التشابكية
- د- جسم الخلية

22. الانتقال الوثبي مصطلح يصف انتقال السائل العصبي بشكل:

- أ- قفزة السائل العصبي من عقدة رانفييه إلى عقدة أخرى على طول المحور المليمي.
- ب- قفزة السائل العصبي من عقدة رانفييه إلى خلية شيفان على طول المحور المليمي.
- ج- قفزة السائل العصبي من عصبون قبل تشابكي إلى عصبون بعد تشابكي .
- د- قفزة السائل العصبي من عصبون إلى عصبون مجاورة .

23. الخطوات التالية توضح انتقال السائل العصبي في منطقة التشابك العصبي . أي من التالي يصف التسلسل الصحيح لتلك الخطوات ؟

- 1- الأستيل كولين يرتبط مع المستقبلات البروتينية الواقعة في الغشاء بعد التشابكي
- 2- أيونات الكالسيوم تندفع عبر قنوات خاصة إلى داخل الزر التشابكي
- 3- وصول السائل العصبي مسبباً جهد فعل في منطقة الزر التشابكي في الغشاء قبل التشابكي
- 4- تفتح بوابات القنوات البروتينية في العصبون بعد التشابكي لتدخل أيونات الصوديوم
- 5- الحويصلات التشابكية تطلق الأستيل كولين إلى الشق التشابكي

أ- (1-2-3-4-5)

ب- (2-3-4-5-1)

ج- (3-2-1-4-5)

د- (4-3-1-2-5)

24. أي من الهرمونات التالية تعمل بطريقة منسجمة لتساعد الأم على إرضاع وليدها :

أ- البرولاكتين و كالتيسوتونين

ب- البرولاكتين و الأكسيتوسين

ج- البرولاكتين و الأكسيتوسين و LH

د- LH و FSH

25. أي من الحالات التالية تصف بدقة مستوى هرمون الإنسولين والجلوكاجون في عينة دم لشخص انقطع عن الطعام لمدة 24 ساعة :

أ- مستوى الإنسولين مرتفع

ب- مستوى الجلوكاجون مرتفع

ج- مستوى الإنسولين منخفض ومستوى الجلوكاجون منخفض

د- مستوى الإنسولين منخفض ومستوى الجلوكاجون مرتفع

26. ماذا يحصل في حال إفراز خلايا البيتا في البنكرياس هرمون الإنسولين إلى مجرى الدم ؟

أ- يرتفع مستوى الجلوكوز في الدم ويفرز هرمون الجلوكاجون من البنكرياس

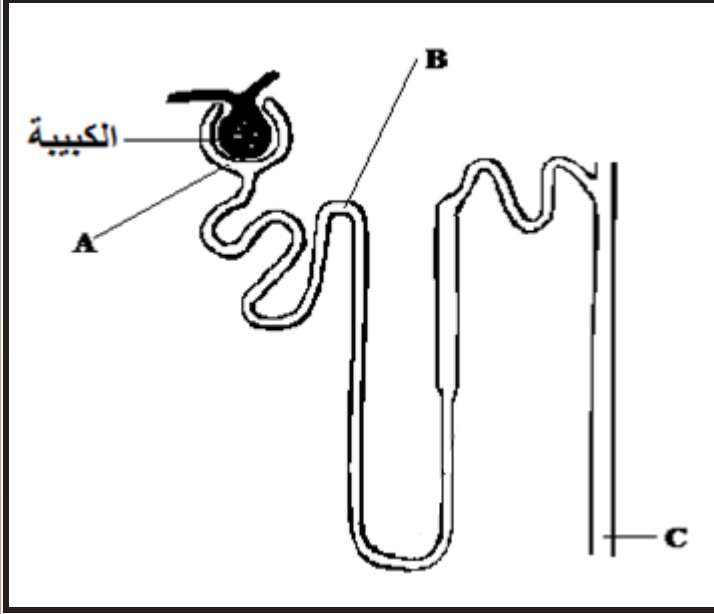
ب- تزداد قدرة خلايا الجسم على امتصاص الجلوكوز

ج- تكسر خلايا الكبد الجلايكوجين إلى جلوكوز

د- خلايا ألفا في البنكرياس تفرز الجلوكوز إلى مجرى الدم.

ثانياً: أسئلة الإجابة القصيرة:

1. يبين الشكل التالي تركيب النفرون في كلية الإنسان، أدرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ. يبين الجدول التالي تركيز البروتينات والجلوكوز واليوريا في الكبيبة على شكل القيم X و Y و Z على التوالي. كما يبين الجدول التراكيز النسبية لتلك المواد عند النقاط A و B و C في النفرون.

تركيز المادة في السائل				المادة
في النقطة C	في النقطة B	في النقطة A	في الكبيبة	
0			X	بروتينات
0			Y	جلوكوز
60Z	3Z	Z	Z	يوريا

أ. أكمل الجدول أعلاه بكتابة تركيز كل من البروتينات والجلوكوز في المنطقتين A و B.

ب. فسر الفرق في تركيز اليوريا بين النقطتين A و B.

.....

.....

.....

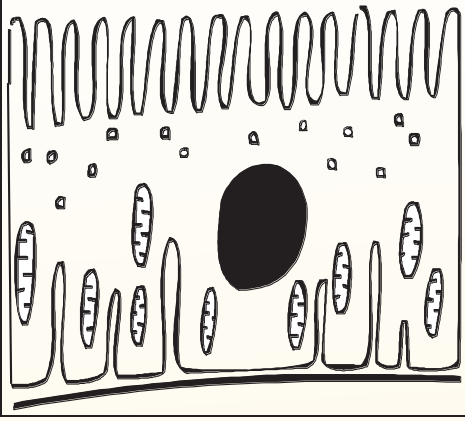
ج. وضح أهمية عملية إعادة الامتصاص بالنسبة لكل من الماء والجلوكوز واليوريا.

.....

.....

.....

2. يمثل الشكل التالي خلية من الخلايا الأنبوبية الملتوية القريبة في كلية الثدييات كما تظهر تحت المجهر الإلكتروني:



إشرح كيف تساهم اثنتين من الخصائص الظاهرة في الشكل في تكيف

الأنابيب الكلوية لعملية إعادة الامتصاص:

1.....

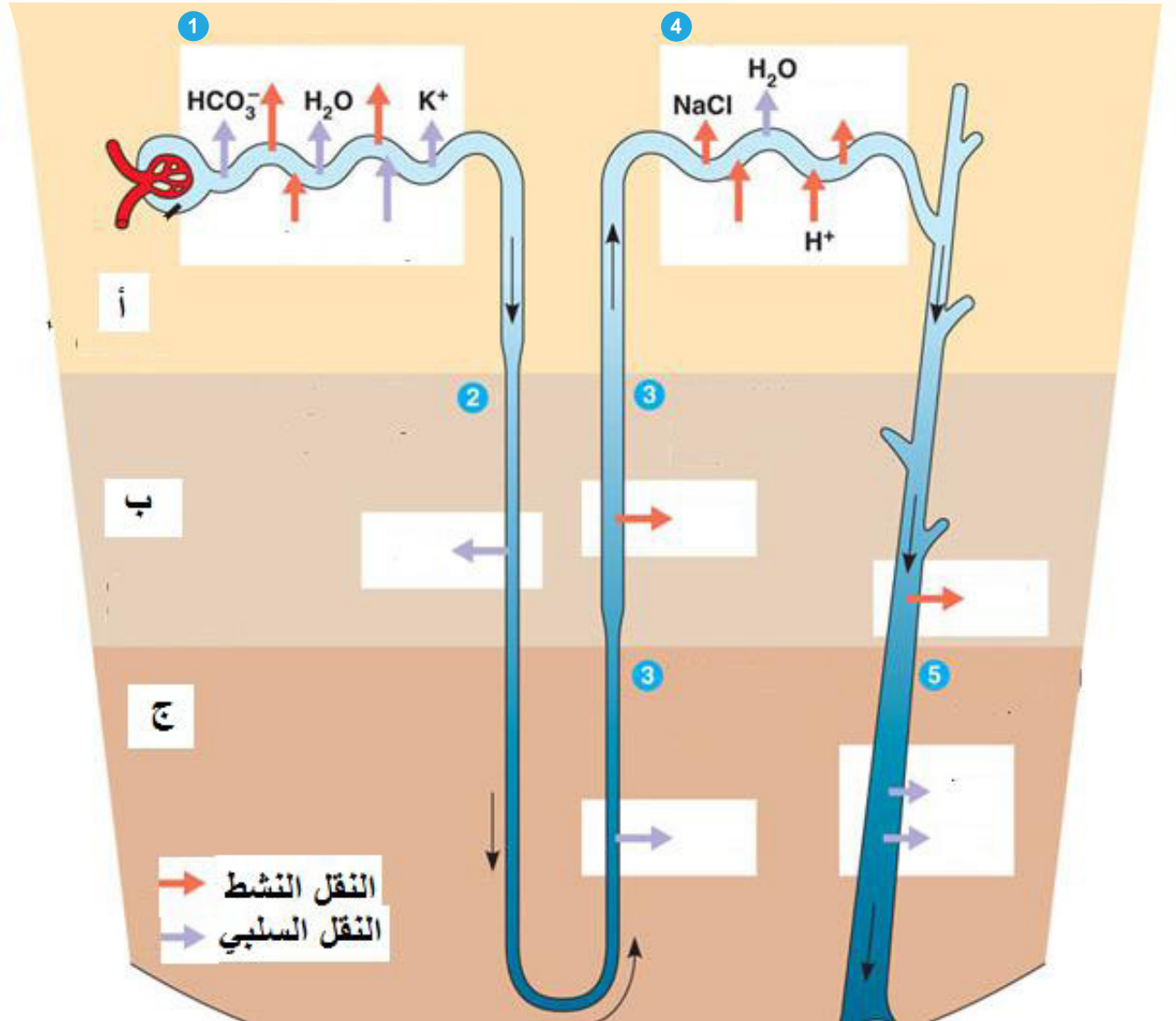
2.....

3. فسر العبارة التالية :

يمتاز قطر الشريين الوارد في تركيب الكبيبة بأنه أكثر اتساعاً من قطر الشريين الصادر .

4. اذكر وظائف الأنابيب الملتوي البعيد ؟

5- يمثل الشكل التالي مقطعا طوليا في الكلية تمعنه جيدا ثم اجب عن الأسئلة التي تليه :



أ. سم الطبقات المشار إليها في الرسم بالأحرف أ، ب، ج

أ:

ب:

ج:

ب. سم أجزاء النفران المشار إليها بالأرقام (1،2،3،4،5):

1:

2:

3:

4:

5:

ج. على الرسم ، سم المواد المشار إليها بالأسهم و التي يتم إفرازها أو إعادة امتصاصها عبر الأجزاء المختلفة للنفران .

د. ما أهمية امتلاك الكلية لما يقارب 1.3 مليون نفران؟

.....
.....
.....

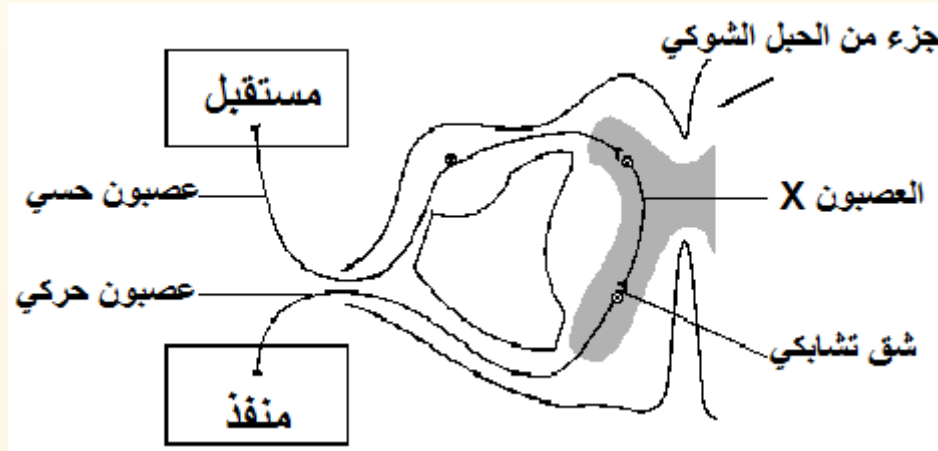
6. اشرح ، ما هو تأثير إنزيم الرنين والذي يفرز من خلايا JGA المتخصصة في الحفاظ على نسبة الأملاح والماء في الدم .

.....
.....
.....
.....
.....

7. بيبين الجدول التالي أهم مناطق الدماغ ووظيفة كل منها، أكمل الجدول بما يناسبه من عبارات:

الوظيفة	المنطقة الدماغية
تنظيم الحركات الإرادية	
	النخاع المستطيل
التحكم في توازن الجسم واتساق حركة أجزائه	
	تحت المهاد

8. يوضح الشكل التالي، الخلايا العصبية المكونة لقوس الفعل المنعكس:



I. سم العصبون X وشرح أهميته في قوس الأفعال المنعكسة.

.....

II. حدد نوع الفعل المنعكس الذي ينشأ من الحبل الشوكي وأعط أمثلة على أفعال منعكسة شوكية؟

.....

III. فسر سبب ظهور مركز الحبل الشوكي باللون الرمادي؟

.....

9. صف تسلسل الأحداث التي تقع عندما يصل السيال العصبي منطقة التشابك؟

.....

.....

.....

.....

.....

10. فرق بين الخلية العصبية الحسية والبيئية والحركية من حيث الوظيفة، أماكن تواجدها، والتركيب.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

11. في الأشخاص غير المصابين بالسكري، يقوم البنكرياس بإفراز هرمونات تساعد في تنظيم كمية السكر في الدم ضمن مدى ضيق جداً. ويوضح الجدول التغيرات في مستوى السكر في الدم لدى أفراد غير مصابين بالسكري خلال مدة زمنية مقدارها 60 دقيقة، بعد تناولهم لوجبات غذائية غنية بالجلوكوز.

معدل تركيز سكر الجلوكوز في الدم mmol dm^{-3}		الزمن بعد تناول الوجبة/ دقيقة
غير المصابين بالسكري	المصابين بالسكري	
5.5	11.9	0
7.3	16.4	30
4.9	17.7	60

أ. قارن التغير في معدل تركيز الجلوكوز في الدم لدى الأشخاص المصابين بالسكري والأشخاص غير المصابين بالسكري، خلال الفترة الزمنية المبينة (60 دقيقة)؟

.....

.....

.....

ب. أحد الأسباب المحتملة للسكري، هو عدم كفاية كمية الإنسولين التي ينتجها البنكرياس، ما الدليل الذي يمكن إستنباطه من الجدول أعلاه لدعم هذه الفرضية؟

.....

.....

.....

ج. بعد 60 دقيقة أخرى، وجد أن تركيز الجلوكوز في دم غير المصابين بالسكري بلغ 5.5 mmol dm^{-3} .

إشرح سبب ذلك التغير؟

.....

.....

.....

12. فسر العبارات التالية :

أ. تكون الأفعال المنعكسة البسيطة لا إرادية .

ب. يمتاز تركيب سطح دماغ الإنسان بكثرة تعرجاته و إلتواناته .

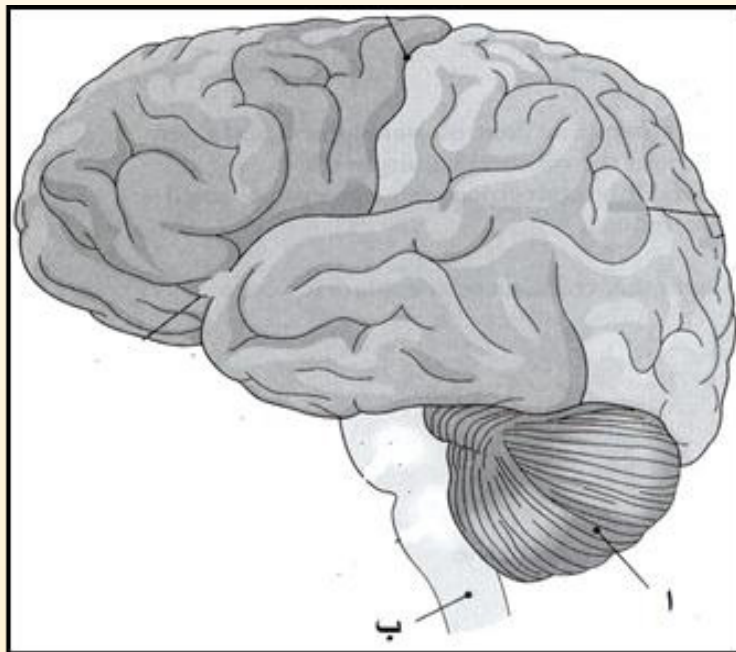
13. الشكل أدناه يمثل تركيب الدماغ البشري ما اسم الجزئين المشار إليهما بالحرفين (أ ، ب) وما هي وظيفتهما؟

التركيب أ:

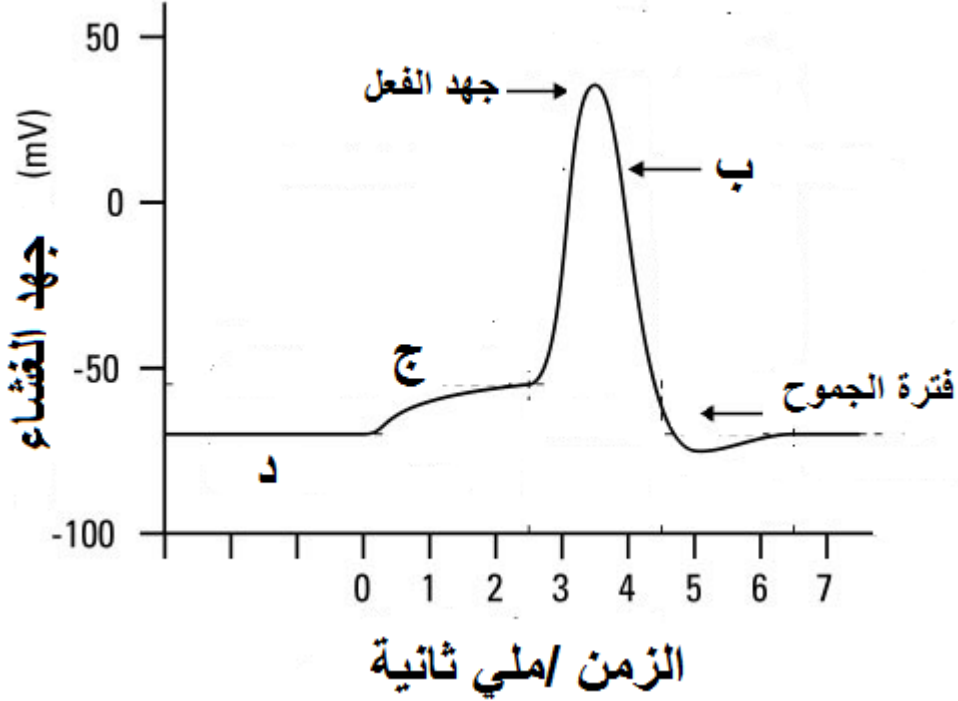
وظيفته:

التركيب أ:

وظيفته:



14. الشكل أدناه يمثل مراحل وخطوات تكون السيال العصبي وجهد الغشاء في محور خلية عصبية واحدة خلال وحدة الزمن. ادرس الرسم جيدا و أجب عن الأسئلة التالية:



أ. ما اسم المرحلة التي يمر بها السيال العصبي المتمثلة بالحرف "د"؟ صف جهد غشاء العصبون في هذه المرحلة.

ب. ما اسم المرحلة المتمثلة في الحرف "ج" وما هو دورها في تكون جهد الفعل.

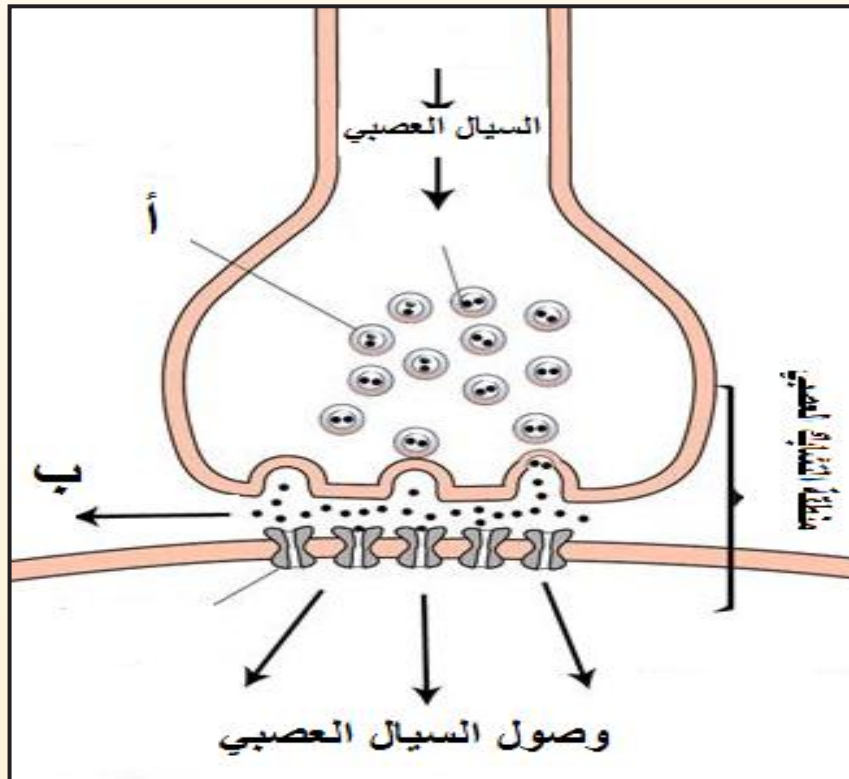
15. الشكل أدناه يمثل انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي :

أ. ما اسم الجزئين المشار إليهما بالحرفين (ا، ب)

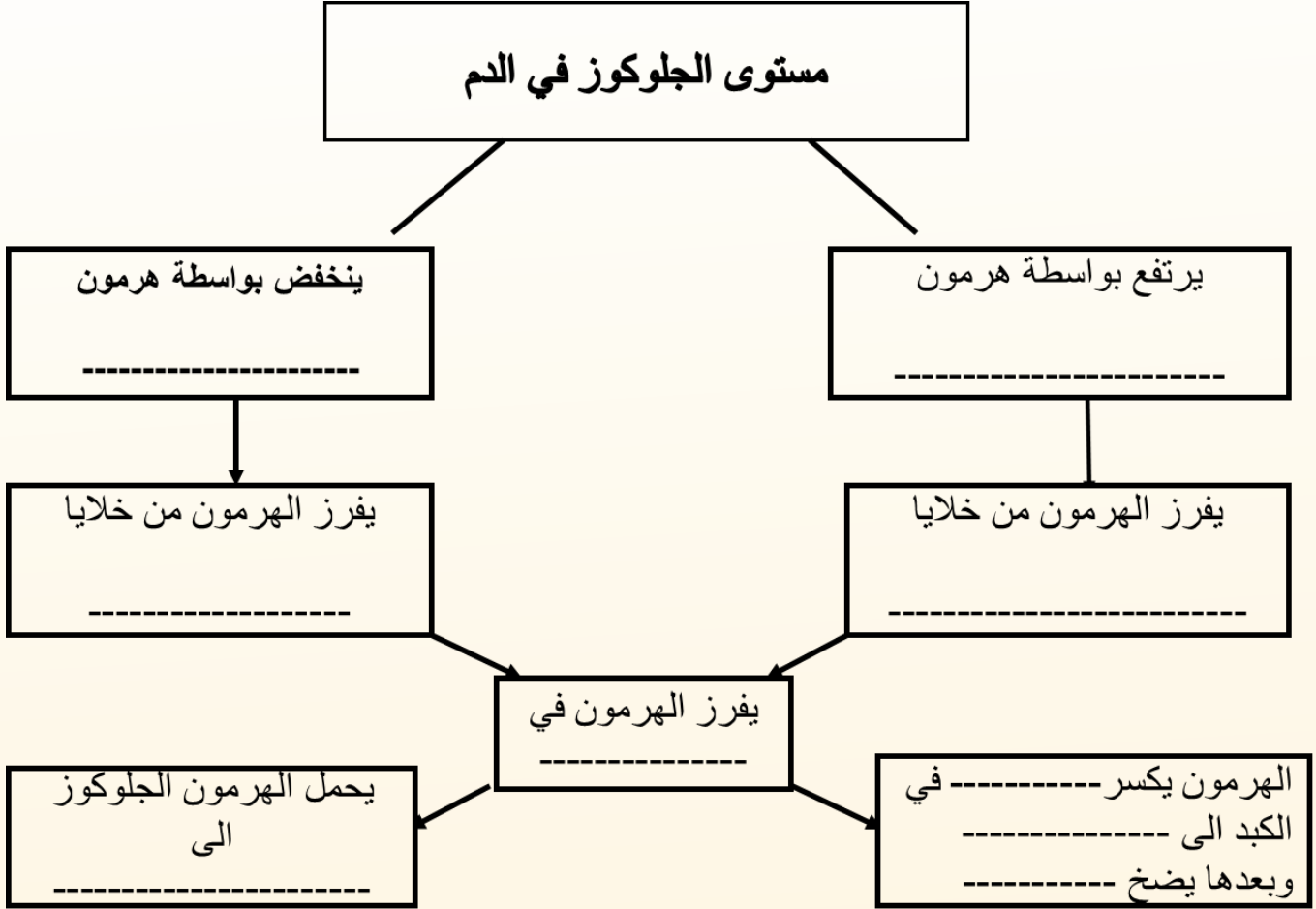
أ:
ب:

ب. ما هو دور إنزيم أستيل كولين إستيريز بعد انتقال السيال العصبي إلى العصبون بعد التشابكي؟

.....
.....
.....



16. أكمل المخطط أدناه بما يناسبه من المصطلحات العلمية :



17. بماذا تمتاز طريقة المكافحة الحيوية في مكافحة الآفات الزراعية ؟

Unit 12AB.6

18. يشكل الذباب الأبيض (*Trialeurodes vaporariorum*) آفة زراعية للكثير من المحاصيل المزروعة في البيوت الزجاجية كالطماطم. ويمكن مكافحة أعداد الذباب الأبيض عن طريق إدخال نوع من الدبابير (*Encarsia Formosa*) التي تتطفل عليها إلى البيوت الزجاجية. ويعتبر ذلك أحد الامثلة على تقنية مكافحة الحيوية.

أ. وضح ما المقصود بالمكافحة الحيوية؟

.....

.....

.....

.....

.....

ب. يتأثر موعد تكاثر الدبابير المفترسة للذباب بدرجة الحرارة كما هو مبين في الجدول التالي:

معدل تكاثر الدبابير	درجة الحرارة (°C)
أقل بكثير من الذباب الأبيض	أقل من 10
مساوي للذباب الأبيض	18
أكثر بكثير من الذباب الأبيض	27

- إقترح لمَ قد يكون من غير المجدي أن تُستخدم الدبابير في تقنية مكافحة الحيوية في كل من الحالات التالية:

أ. ضبط حرارة البيت الزجاجي حول 10 درجات مئوية.

.....

.....

.....

ب. ضبط حرارة البيت الزجاجي حول 27 درجة مئوية.

.....

.....

.....



التقنية الحيوية Biotechnology

الوحدة السابعة
Unit 12AB.7



سخر الإنسان الكائنات الحية الدقيقة منذ القدم للقيام بمهام محددة تساعد في إنتاج مواد نافعة، وبدأ ذلك باستخدام الخميرة لإنتاج الخبز. ومع تطور التقنيات العلمية والتكنولوجية تمكن العلماء من تسخير قدرات الكائنات الحية المختلفة على كافة المستويات لإنتاج مجموعة كبيرة من المواد النافعة فيما عرف باسم التقنية الحيوية **Biotechnology** حيث أصبح بالإمكان نقل المادة الوراثية من كائن إلى آخر كما في عملية إنتاج الإنسولين البشري عبر الخلايا البكتيرية، أو تطوير أجهزة دقيقة للكشف عن بعض التفاعلات والمواد التي ينتجها الجسم عرفت باسم المستشعرات الحيوية. كما طور العلماء العديد من التقنيات التي يمكن من خلالها توظيف بعض الجزيئات الحيوية كالأجسام المضادة أو الإنزيمات لتشخيص الأمراض، أو الكشف عن مواد معينة في دم الإنسان، أو إنتاج مستحضرات طبية أو غذائية أكثر مناسبة للبعض كإنتاج الحليب منزوع اللاكتوز ليتمكن الأشخاص المصابين بمرض حساسية اللاكتوز (وهو مرض وراثي) من تناول الحليب دون التعرض لمشاكل صحية.

Unit 12AB.7

المعيار 17.1

الأهداف:

على الطالب أن:

1. يفسر مفهوم الهندسة الوراثية.
2. يشرح كيف تم توظيف الهندسة الوراثية في إنتاج الإنسولين ليستخدم في علاج مرض السكري.
3. يقارن بين الإنسولين المنتج بالهندسة الوراثية والإنسولين المستخلص من مصادر حيوانية.

المصطلحات الأساسية:

- التقنية الحيوية

Biotechnology

- الهندسة الوراثية

Genetic Engineering

- البلازميد

Plasmid

- DNA معاد التركيب

Recombinant DNA

- ناقل وسيط

Vector

- أنزيمات القطع

Restriction Enzymes

- أنزيمات اللصق

Ligases

- استنساخ الجينات

Gene cloning

الهندسة الوراثية والإنسولين Genetic Engineering and Insulin

يعرف التعامل مع الكائنات الحية على المستوى الخلوي وتحت الخلوي من أجل تحقيق أقصى استفادة منها صناعياً وزراعياً وبالتالي اقتصادياً عن طريق تحسين خواصها وصفاتها الوراثية، **بالتقنية الحيوية Biotechnology**.

ومن الجدير بالذكر أن للتقنية الحيوية تطبيقات قديمة جداً بدأت باستخدام الإنسان للخميرة في صناعة الخبز. إلا أن أحدث تقنياتها تعتمد الآن على تعديل الكائنات الحية على المستوى الجزيئي للمادة الوراثية **DNA**. فيما يعرف باسم **الهندسة الوراثية Genetic Engineering**. حيث يتم تعديل المادة الوراثية لكائن حي بإدخال جينات من كائنات حية أخرى بهدف تعديل الصفات أو إنتاج مواد معينة.

ويعتبر استخدام بكتيريا **إي كولاي E.coli** في تصنيع هرمون الإنسولين أحد أهم وأنجح التطبيقات العملية للهندسة الوراثية لما أحدثته من تأثير في صحة البشر والسيطرة على مرض السكري على المستوى العالمي، بالإضافة إلى أهميته الاقتصادية في توفير كميات كبيرة من الإنسولين بأسعار زهيدة نسبياً.

❖ الهندسة الوراثية وتصنيع الإنسولين

Genetic Engineering and Insulin Production:

درست سابقاً أهمية هرمون الإنسولين وهو هرمون بروتيني تنتجه خلايا البنكرياس، في تنظيم نسبة السكر في الدم. ويعاني مرضى السكري أحياناً من عدم قدرة أجسامهم على إنتاج هذا الهرمون، مما يستدعي حقنهم به لتعويض نقصه أو عدم إنتاجه، بهدف السيطرة على مستوى السكر في الدم.

وجد العلماء في مطلع القرن العشرين، تشابهاً كبيراً بين تركيب الإنسولين البشري والإنسولين الذي تنتجه بعض الحيوانات كالأبقار. لذا فقد قاموا بعزل الإنسولين من بنكرياس الأبقار المذبوحة، وتنقيته واستخدامه كدواء لمرضى السكري. إلا أن هذه الطريقة في إنتاج الإنسولين والعلاج به واجهت العديد من المشاكل أهمها:

1. التكلفة العالية وقلة الإنتاج.

2. عدم تطابق تركيب الإنسولين الحيواني مع الإنسولين البشري، مما سبب رفض الجهاز المناعي لدى بعض الأشخاص للإنسولين الذي يتم حقنه في أجسامهم مما يؤدي للإصابة ببعض أمراض الحساسية، أو الأمراض المناعية.

3. عدم التمكن من الحصول على الإنسولين بصورة نقية 100%.

4. نقل بعض الأمراض كمرض جنون البقر CJD.

في مطلع سبعينيات القرن الماضي، تمكن العلماء من التعرف على الجين المسؤول عن إنتاج الإنسولين البشري ومعرفة تسلسل القواعد النيتروجينية فيه. وبالتالي أصبح من الممكن عزل هذا الجين وإدخاله إلى البكتيريا التي ستتمكن بدورها من إنتاج الأنسولين بكميات كبيرة وبتكلفة أقل.

تتميز بكتيريا **إي كولاي E.coli** بامتلاكها لجزيئات حمض **DNA** حلقية إضافة إلى الكروموسوم الأصلي للبكتيريا تعرف باسم **البلازميدات Plasmids** والتي تتميز بقدرتها على التضاعف الذاتي بعيداً عن تضاعف الخلية أو المادة الوراثية. وقد تمكن العلماء من عزل هذه الجزيئات الحلقية واستخدامها **كناقل وسيط (Vector)** لنقل جين الأنسولين البشري إلى البكتيريا، بتقنية تسمى **تقنية الحمض النووي معاد التركيب Recombinant DNA Technology**. ويتم ذلك عبر سلسلة من الخطوات المتتابعة كما يلي: (أنظر الشكل 17.1.1).

1. استخلاص البلازميدات من خلية بكتيرية، والمادة الوراثية من خلية بشرية، باستخدام تقنية **استخلاص الجينات Gene extraction technology**.

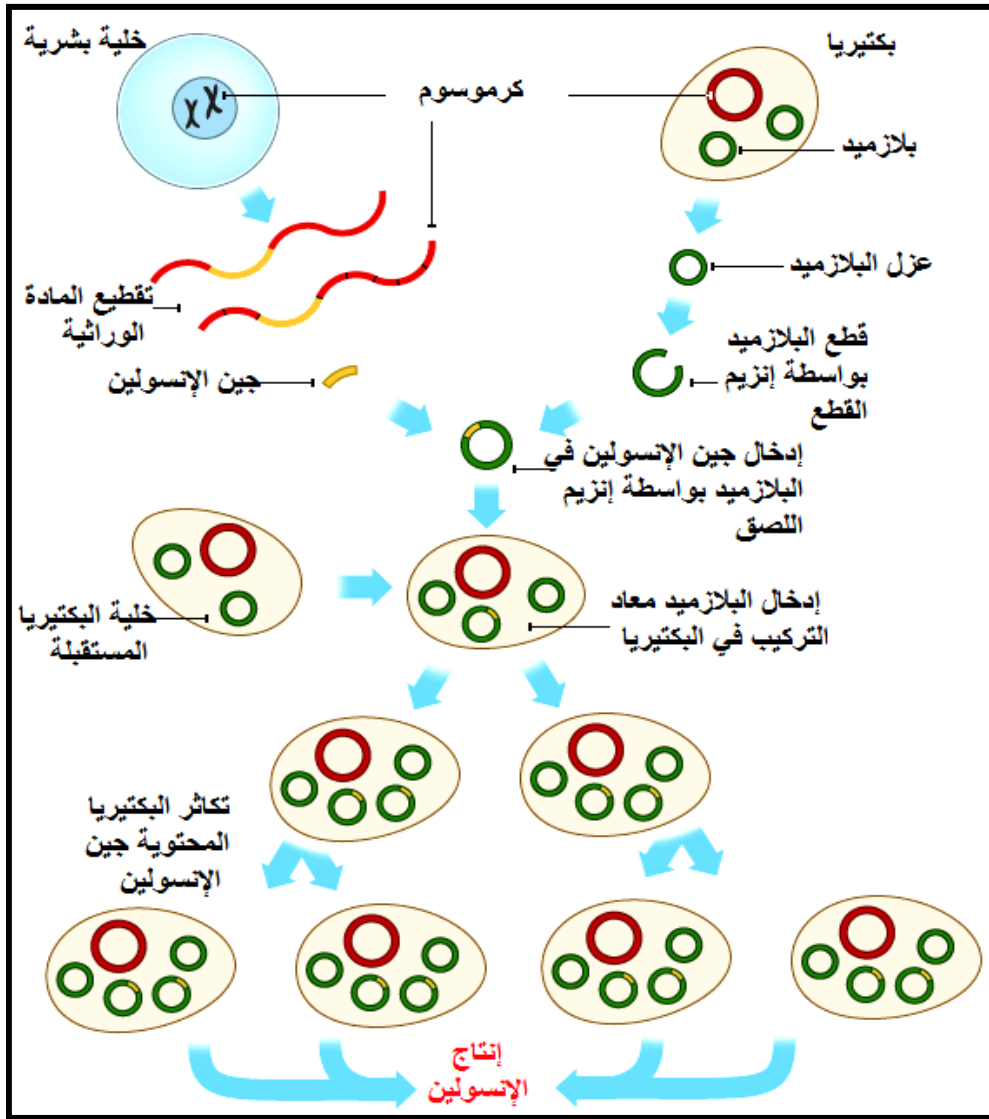
2. قطع البلازميد في نقطة محددة بواسطة إنزيمات متخصصة تسمى **إنزيمات القطع Restriction Enzymes**. ويستخدم نفس النوع من الإنزيمات لتقطيع المادة الوراثية المستخلصة من الخلية البشرية إلى مجموعة من **القطع بحجم الجين gene sized fragments** ومنها جين الإنسولين.

3. ربط جين الإنسولين بالبلازميد المقطوع باستخدام **إنزيمات اللصق Ligases**. ويسمى البلازميد المرتبط بالجين البشري، **بلازميد معاد التركيب Recombinant Plasmid**.

4. إدخال البلازميد معاد التركيب في خلية بكتيرية جديدة.

5. تنمية البكتيريا في بيئة غذائية مناسبة لتتكاثر بكميات كبيرة جداً. وتقوم البكتيريا أثناء تكاثرها بعمل نسخ متعددة من مادتها الوراثية ومن جين الإنسولين الذي تم إدخاله إليها، وتعرف هذه الخطوة باسم **الإستنساخ الجيني Gene cloning**.

6. تقوم البكتيريا خلال نموها وتكاثرها أيضاً ببناء البروتينات، ومنها بروتين الإنسولين عبر الجين المُدخل إليها. أي أنها ستقوم بإنتاج الإنسولين وبكميات كبيرة.



الشكل 17.1.1: إنتاج الإنسولين بالهندسة الوراثية

يتميز الإنسولين المنتج بالهندسة الوراثية بعدة مزايا مقارنة بالإنسولين المستخلص من مصادر حيوانية، وأهمها:

1. مطابقة تركيبه للإنسولين البشري، وبالتالي فهو لا يمثل أي عامل خطورة لدى البشر كإثارة جهاز المناعة أو التسبب في أية أعراض جانبية.
2. سهولة ووفرة إنتاجه، وبالتالي انخفاض أسعاره عالمياً.
3. نقاء تركيبه وخلوه من الشوائب والمنتجات الحيوانية الأخرى.

نشاط بحثي،،،



الأبعاد الأخلاقية والصحية للهندسة الوراثية

تثير تقنية الهندسة الوراثية والتلاعب في جينات وصفات الكائنات الحية الكثير من الجدل حول أخلاقية هذه الممارسات، كما تثير الكثير من الجدل حول الأبعاد الصحية لاستخدام البكتيريا والفيروسات وتعديلها وراثياً لغايات إنتاج مواد معينة كالإنسولين مثلاً. حيث يخشى الكثير من العلماء أن يؤدي ذلك إلى تطوير سلالات جديدة من تلك الكائنات الممرضة والتي قد تتسبب في ظهور أمراض جديدة لم تعرف سابقاً.

ابحث في المصادر العلمية المناسبة وكتب تقريراً تبين فيه وجهة نظرك الشخصية بصورة ناقدة حول أبعاد الهندسة الوراثية، وطموحاتها والحلول التي تقدمها والمشاكل التي قد تخلقها. وناقش رأيك مع المعلم ومع زملائك في الصف.

Unit 12AB.7

المعيار 17.2

المستشعرات البيولوجية ومرض السكري Biosensors and Diabetics

الأهداف:

على الطالب أن:

1. يفسر المقصود بالمستشعرات البيولوجية.
2. يتعرف على دور إنزيم الجلوكوز أكسيداز في المستشعرات البيولوجية

المصطلحات الأساسية:

- المستشعرات البيولوجية

Biosensors

- جلوكوز أكسيداز

Glucose Oxidase

- حمض الجلوكونيك

Gluconic Acid

- فوق أكسيد الهيدروجين

Hydrogen Peroxide

- بيروكسيداز

Peroxidase

بالرغم من أن مفهوم التقنية الحيوية يركز أساساً على توظيف الكائنات الحية الدقيقة لأداء وظائف أو إنتاج مواد معينة للبشر، إلا أن تطور تطبيقات التقنية الحيوية قد امتد إلى توظيف بعض المنتجات الحيوية كالإنزيمات مثلاً لأداء وظائف معينة في المجالات الصناعية والطبية والحياتية المختلفة. وتعتبر **المستشعرات البيولوجية Biosensors** أحد أحدث وأهم التطبيقات التي استطاع من خلالها العلماء توظيف الإنزيمات للكشف عن مواد حيوية معينة في العينات البيولوجية. ويعرف المستشعر الحيوي على أنه جهاز يستخدم **التفاعلات البيوكيميائية biochemical reactions** في الكشف عن بعض المكونات الكيميائية في العينات الحيوية.

❖ مكونات المستشعرات البيولوجية

تتكون معظم المستشعرات البيولوجية من 4 مكونات رئيسة، تظهر في الشكل (17.2.1) وهي:

1. **غشاء شبه منفذ Semipermeable membrane** ، يسمح بمرور المادة المراد الكشف عنها خلاله.

2. **عنصر بيولوجي حساس (مستقبل حساس) Sensitive Biological Agent** وهو العنصر المسؤول عن التعرف على المادة المراد الكشف عنها. وغالباً ما يكون هذا العامل مادة **إنزيمية Enzymes** أو **أجسام مضادة Antibodies**.

3. **محول الإشارة Transducer** ، قادر على تعرف التغير في تركيب أو شكل أو لون المادة المراد الكشف عنها وتحويل ذلك إلى رسالة كهربائية تنتقل إلى **المضخم Amplifier**.

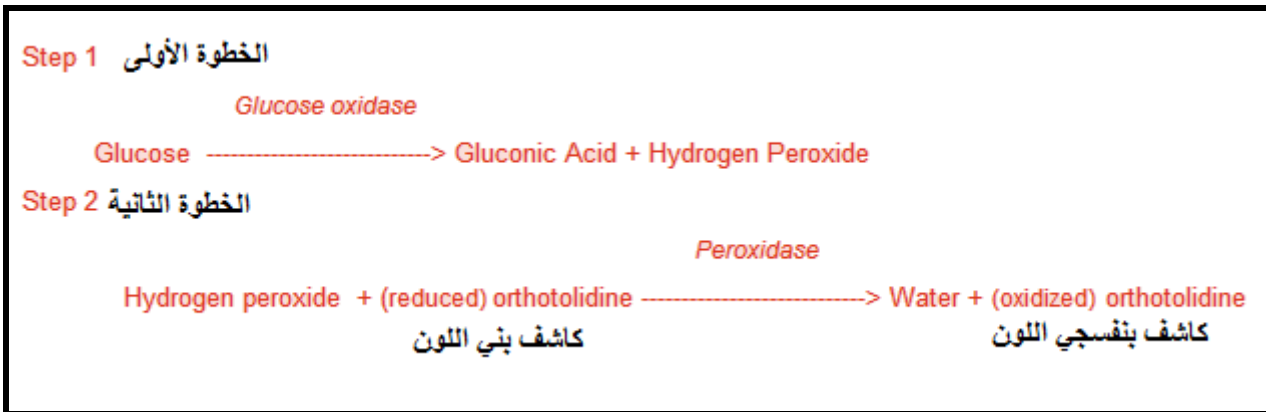
4. **المضخم Amplifier**: وهو جهاز دقيق يعمل على تضخيم حجم الرسالة الكهربائية الناتجة من المحول، ليتمكن الجهاز من الكشف عنها.

5. **شاشة عرض Display screen**: وهي شاشة تظهر الرسالة الكهربائية على شكل معلومات كمية أو نوعية قابلة للقراءة.



الشكل 17.2.1: المكونات الرئيسية للمستشعرات البيولوجية ومبدأ عملها

تعتبر أجهزة فحص سكر الدم إحدى أكثر التطبيقات شيوعاً على المستشعرات الحيوية التي يتم من خلالها توظيف الإنزيمات للكشف عن سكر الجلوكوز في عينات الدم. وتعتمد تلك المستشعرات على توظيف إنزيمين مثبتين على نهاية شريط بلاستيكي صغير مغلف بغشاء صناعي شبه منفذ. وعندما نقوم بوضع ذلك الشريط في عينة الدم أو البول للكشف عن الجلوكوز فيها، ينتشر الجلوكوز عبر الغشاء ليصل إلى الإنزيم الأول (جلوكوز أكسيداز **Glucose Oxidase**) الذي يحول جزيئات الجلوكوز إلى حمض الجلوكونيك **Gluconic Acid** و فوق أكسيد الهيدروجين **Hydrogen Peroxide**. ويقوم الإنزيم الثاني (بيروكسيداز **Peroxidase**) بتحفيز تفاعل فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) مع كاشف كيميائي بني اللون ليعطي لوناً بنفسجياً. انظر الشكل (17.2.2).



الشكل 17.2.2: التفاعلات المشتركة في الكشف عن سكر الدم باستخدام المستشعرات البيولوجية

في المستشعرات البيولوجية اليدوية، يمكننا مقارنة لون الشريط البلاستيكي الناتج مع لوحة من الألوان القياسية التي يشير كل لون فيها إلى تركيز معين من الجلوكوز. أما في الأجهزة الأتوماتيكية الحالية، يقوم محول الإشارة إلى قياس كمية الصبغة المتكونة ليحولها إلى قيمة رقمية لتركيز الجلوكوز تظهر مباشرة على شاشة العرض الخاصة بجهاز قياس السكري. (الشكل 17.2.3).



الشكل 17.2.3:
جهاز قياس السكري

تقوم عدة شركات عالمية بتصنيع أنواع مختلفة من المستشعرات البيولوجية التي تستخدم للكشف عن كثير من المواد الحيوية بصورة سهلة وسريعة، وتتسابق تلك الشركات في اختراع مستشعرات حيوية أصغر حجماً، وأكثر دقة، وأسهل استخداماً للناس العاديين. ومن أهم التطبيقات التي تشمل المستشعرات البيولوجية:



1. **فحص الحمل المنزلي Home Pregnancy Test:** ويستخدم للكشف عن هرمون الحمل المعروف باسم hCG.



2. **مستشعرات الميكروبات Microbes Biosensors:** تستخدم للكشف عن بعض مسببات الأمراض كالفيروسات والبكتيريا.

3. **المستشعرات البيئية Environmental Biosensors:** تستخدم للكشف عن بعض الملوثات البيئية في الهواء أو الماء كالمبيدات الحشرية أو المعادن الثقيلة.

Unit 12AB.7

المعيار 12A 17.3

الأجسام المضادة أحادية المنشأ في الطب الحيوي Monoclonal Antibodies in Biomedicine

الأهداف:

على الطالب أن:

1. يشرح خاصية "خصوصية" التفاعل" بين الأجسام المضادة ومولد الضد.
- 2- يقارن بين أنواع الأجسام المضادة المنتجة بالهندسة الوراثية من حيث المنشأ وطريقة الارتباط مع مولد الضد.
2. يوضح كيف يمكن استخدام الأجسام المضادة أحادية المنشأ في بعض التطبيقات الطبية كفحص الحمل.

المصطلحات الأساسية:

- الأجسام المضادة

Antibodies

- مولد الضد

Antigen

- أجسام مضادة أحادية المنشأ

Monoclonal Antibodies

- أجسام مضادة متعددة المنشأ

Polyclonal Antibodies

- هرمون الحمل

hCG

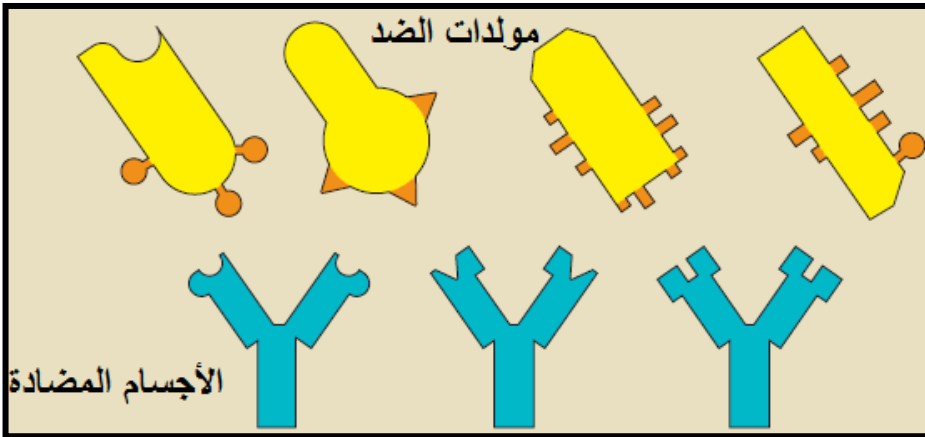
- الجسم المضاد وهرمون hCG

(Antibody-hCG Complex)

- المحددات السطحية

Epitopes

درست سابقاً أن الأجسام المضادة هي بروتينات مناعية تنتجها الخلايا الليمفاوية البائية عند تعرض الجسم لمسبب مرض (مولد ضد) معين. وتتميز الأجسام المضادة **Antibodies** بخصوصية تفاعلها مع **مولد الضد Antigen**، حيث يرتبط الجسم المضاد فقط مع مولد الضد الذي تسبب في إنتاجه كنتيجة للتكامل في تركيبهما. أنظر الشكل (17.3.1).



الشكل 17.3.1: خصوصية التفاعل بين الجسم المضاد ومولد الضد

باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، تمكن العلماء من إنتاج أجسام مضادة خاصة، يمكن استخدامها للكشف عن مواد حيوية معينة عبر تطوير تقنيات **المستشعرات الحيوية Biosensors**، وذلك بسبب قدرتها على الارتباط بمواد محددة بصورة متخصصة، وبالتالي تمكنا من التعرف عليها.

ويوجد نوعان رئيسيان من الأجسام المضادة المنتجة بالهندسة الوراثية:

1. أجسام مضادة أحادية المنشأ **Monoclonal Antibodies**:

وهي أجسام مضادة متطابقة في تركيبها لنشونها من مستعمرة فريدة وأحادية المنشأ من الخلايا الليمفاوية البائية، وتكون جميع الأجسام المضادة قادرة على الارتباط بنفس مولد الضد وب نفس الطريقة والمكان.

2. **أجسام مضادة متعددة المنشأ Polyclonal Antibodies**: وهي أجسام مضادة تنشأ من مجموعة مختلفة من الخلايا الليمفاوية البائية، وتكون قادرة على الارتباط بنفس مولد الضد ولكن بطرق وأماكن مختلفة تعرف باسم **المحددات السطحية epitopes**. أنظر الشكل (17.3.2).

Unit 12AB.7

أضف إلى معلوماتك،،

هرمون الحمل hCG ومرض السرطان

يمكن أن يظهر هرمون الحمل hCG في الدم والبول في غير حالات الحمل لدى الإناث، ويعتبر ذلك إحدى المؤشرات التي قد تدل على الإصابة ببعض أنواع السرطانات كسرطان الرحم في الإناث أو سرطان الخصية في الذكور أو سرطان الخلايا التناسلية في كلا الجنسين.

الأجسام المضادة أحادية المنشأ الأجسام المضادة متعددة المنشأ



الشكل 17.3.2: أنواع الأجسام المضادة

❖ الأجسام المضادة وفحص الحمل

Antibodies and Pregnancy Test:

عندما يحدث الحمل ويبدأ الجنين بالتكون، تتكون المشيمة Placenta وهي نسيج مشترك بين الأم والجنين في الرحم يتم عبره تبادل المواد بين دم الأم ودم الجنين. حال تكونها، تبدأ المشيمة بإفراز هرمون يعرف باسم **هرمون الحمل (hCG)** والذي يؤثر في نمو بطانة الرحم ليساعد في تغذية وحماية الجنين. يتم إفراز هرمون hCG في سوائل الجسم المختلفة ومنها البول والدم، لذا فإن الكشف عنه في عينة بول الأنثى، تساعد في اكتشاف الحمل بصورة مبكرة.

استطاع العلماء منذ الستينيات تطوير **مستشعرات بيولوجية Biosensors** للمساعدة على كشف هذا الهرمون في عينات البول بصورة سريعة وسهلة وقليلة التكلفة، عبر تطوير أدوات فحص منزلي سهلة الاستخدام، تعتمد بصورة أساسية على قدرة نوع من الأجسام المضادة أحادية المنشأ على التعرف على هرمون hCG والارتباط به.

تتكون أداة فحص الحمل من شريط بلاستيكي مغلف بغشاء صناعي شبه منفذ، بالإضافة إلى ثلاثة مناطق محددة كما يظهر في الشكل (17.3.3) وهي:

1. منطقة التفاعل Reaction Zone (R):

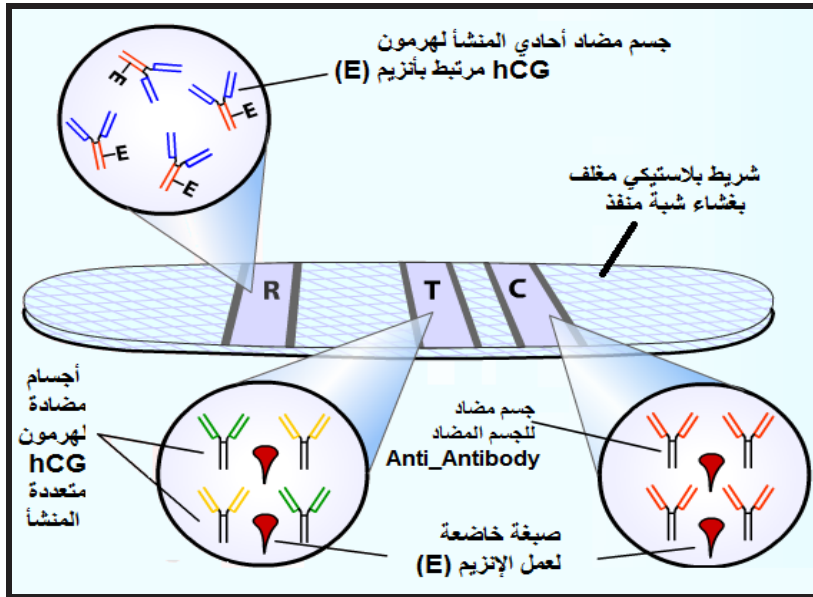
تحتوي هذه المنطقة على أجسام مضادة أحادية المنشأ لهرمون hCG، أي أنها قادرة على الارتباط المتخصص بالهرمون دون غيره من المواد. وقد تم ربط الأجسام المضادة تلك بإنزيم، يرمز له هنا بالرمز E.

2. منطقة الاختبار (T) Test Zone:

تحتوي هذه المنطقة على مجموعة من الأجسام المضادة لهرمون **hCG** متعددة المنشأ، يرتبط كل منها بالهرمون في منطقة مختلفة. كما تحتوي هذه المنطقة أيضاً على جزيئات صبغية تشكل مادة خاضعة للإنزيم **E** المرتبط بالأجسام المضادة أحادية المنشأ في المنطقة (**R**). ويستطيع ذلك الإنزيم تحويل المادة الصبغية إلى مادة ملونة، تترك أثراً في هذه المنطقة لتشير إلى حدوث تفاعل فيها.

3. منطقة التفاعل الضابط Control Zone:

تحتوي هذه المنطقة على نفس المادة الصبغية الموجودة في المنطقة (**T**) بالإضافة إلى أجسام مضادة للأجسام المضادة لهرمون **hCG** (**anti-anti hCG**)، وتكون قادرة على الارتباط بالأجسام المضادة أحادية المنشأ الموجودة في المنطقة (**R**).



الشكل 17.3.3: تركيب ومكونات الشريط الخاص بفحص الحمل المنزلي

ويتم إجراء فحص الحمل عبر وضع قطرات من البول على طرف شريط الفحص بالقرب من منطقة التفاعل (**R**)، ليبدأ البول بالانتشار إلى الأعلى، وفي حال وجود هرمون **hCG** في البول سيحدث ما يلي:

1. عند دخول هرمون **hCG** في منطقة التفاعل (**R**)، سيرتبط به الجسم المضاد أحادي المنشأ المرتبط بالإنزيم (**E**)، لينتقلا معاً إلى منطقة الاختبار (**T**).
2. عند الوصول إلى منطقة الاختبار (**T**)، ترتبط الأجسام المضادة متعددة المنشأ الموجودة في هذه المنطقة بالهرمون **hCG** المحمول على الأجسام المضادة أحادية المنشأ (يصبح الهرمون مرتبط مع عدة أجسام مضادة أحادية المنشأ ومتعددة المنشأ في نفس الوقت). وبما أن منطقة الاختبار تحتوي أيضاً على الصبغة الخاضعة للإنزيم **E**، فإن الإنزيم سيعمل على تحليل تلك الصبغة منتجاً مادة ملونة تسبب تلون المنطقة **T** باللون الأحمر.
3. يستمر انتشار الأجسام المضادة أحادية المنشأ (التي لم ترتبط في منطقة الاختبار) حتى تصل إلى منطقة التفاعل الضابط (**C**)، حيث سيرتبط الجسم المضاد أحادي المنشأ بالجسم المضاد له (**Anti-Anti hCG**)، فيعمل الإنزيم **E** على تحليل الصبغة في المنطقة **C** منتجاً مادة ملونة تتسبب بتلون المنطقة **C** باللون الأحمر أيضاً. انظر الشكل (17.3.4).

Unit 12AB.7

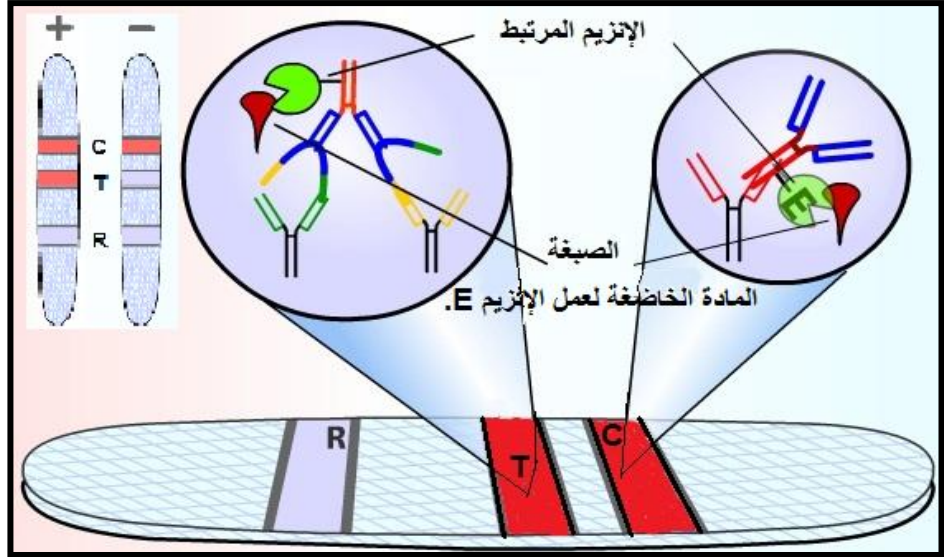
قضية للبحث،،،

التشخيص الجزيئي

Molecular Diagnosis

تعتمد معظم طرق تشخيص الأمراض على البحث عن مسبب المرض أو مولدات الضد في عينات من الأنسجة أو السوائل الحيوية. إلا أنه وفي كثير من الأحيان، قد يصعب العثور على مسببات المرض نفسها في العينات. لذا طور العلماء مجموعة من التقنيات التي تساعد في الكشف عن الأجسام المضادة التي ينتجها الجسم عند إصابته بإحدى مسببات المرض تلك، ومنها فيروس التهاب الكبد الوبائي وفيروس الإيدز HIV. ابحث في المصادر العلمية المناسبة حول إحدى التقنيات مثل ELISA وكيفية توظيفها للأجسام المضادة أحادية المنشأ، واكتب تقريراً حول ذلك.

وبهذا يشير تلون المنطقتين **C** و **T** باللون الأحمر إلى وجود هرمون **hCG** في عينة البول، أي أنه يعطي إشارة ايجابية بوجود الحمل. أما في حال تلون المنطقة **C** فقط وعدم تلون المنطقة **T**، فيشير ذلك إلى عدم وجود الهرمون **hCG** في عينة البول، وبالتالي يكون فحص الحمل سلبياً.



الشكل 17.3.4: فحص الحمل الموجب

تستخدم الأجسام المضادة أحادية المنشأ في العديد من التطبيقات الطبية، وخصوصاً في مجال التشخيص، ومن الأمثلة على ذلك:

1. تشخيص أمراض السرطان، عبر التعرف على مولدات الضد التي تنتجها الخلايا السرطانية والمعروفة باسم **محددات الخلايا السرطانية Cancer Markers**.
2. تحديد فصائل الدم **Blood Typing**.
3. تشخيص بعض الأمراض الفيروسية **كفيروس السعار Rabies Virus**.
4. إنتاج الأمصال الطبية ضد بعض الأمراض كالمالاريا.
5. التعرف على أنواع مختلفة من المواد الكيميائية المنشطة، كتلك التي يتم تحليلها لدى الرياضيين لمعرفة مدى تعاطيهم للمنشطات بعد المباريات.
6. قد تستخدم الأجسام المضادة كعوامل لبعض أنواع الأدوية الموجهة إلى خلايا محددة في الجسم لتحقيق خواص علاجية لتلك المواد.

Unit 12AB.7

المعيار 12A 17.4

عمل الأنزيمات المقيدة Enzyme Immobilization Action

الأهداف:

على الطالب أن:

1. يشرح آلية تقنية الإنزيمات المقيدة.
2. يقارن بين مزايا ومساوئ تقنية الإنزيمات المقيدة.
3. يصف بعض التطبيقات التجارية والصناعية للإنزيمات المقيدة.

المصطلحات الأساسية:

- الإنزيمات المقيدة

Immobilized Enzymes

- الالتصاق

Adsorption

- الاصطياد

Entrapment

- الصوديوم أليجينيت

Sodium Alginate .

- الارتباط التساهمي

Covalent Bonding

- الحجز الغشائي

Membrane confinement

- إنزيم اللاكتيز

Lactase

درست سابقاً تقنية المستشعرات الحيوية التي تستخدم إنزيم الجلوكوز أكسيداز المثبت على شريط بلاستيكي في الكشف عن مستوى السكر في عينات الدم.

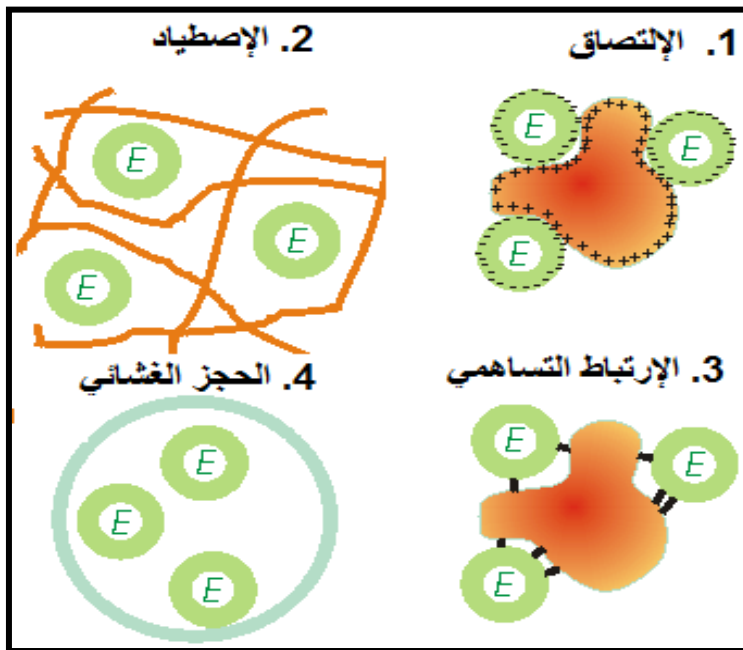
وتعرف عملية تثبيت الإنزيمات على سطح وسط فيزيائي أو كيميائي معين باسم تقنية **الإنزيمات المقيدة Immobilized enzymes**. ويمكن تثبيت الإنزيمات بعدة طرق: (انظر الشكل 17.4.1).

1. **الالتصاق Adsorption**: وهو الالتصاق الفيزيائي للإنزيم على أسطح بعض المواد المصنعة كالزجاج أو البلاستيك.

2. **الاصطياد Entrapment**: حيث يتم إدخال الإنزيمات إلى شبكة من الخيوط الجلاتينية المصنعة، كاستخدام شبكة **الصوديوم أليجينيت Sodium Alginate**.

3. **الارتباط التساهمي Covalent Bonding**: حيث يتم ربط الإنزيمات بروابط تساهمية مع بعض المواد المصنعة مثل **الكربوكسي ميثيل سيليلوز carboxymethylcellulose**.

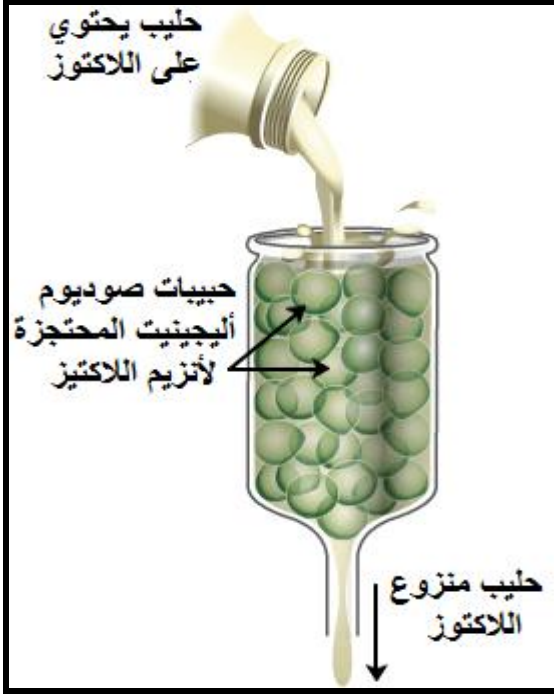
4. **الحجز الغشائي Membrane confinement**: حيث يتم إحاطة الإنزيمات بغشاء صناعي شبه منفذ، يتكون غالباً من الليبيدات المفسفرة.



الشكل 17.4.1: طرق تثبيت الإنزيمات

❖ الإنزيمات المقيدة وإنتاج الحليب منزوع اللاكتوز

Immobilized Enzymes and Lactose free milk



الشكل 17.4.2: إنتاج الحليب منزوع اللاكتوز باستخدام الإنزيمات المقيدة

تستخدم تقنية الإنزيمات المقيدة في العديد من التطبيقات الطبية والصناعية، ومنها على سبيل المثال، عملية إنتاج الحليب منزوع اللاكتوز. حيث يتم تثبيت إنزيم اللاكتيز **Lactase** على سطح حبيبات **الصوديوم أليجينيت Sodium Alginate**، والتي يتم تعبئتها في أنبوب زجاجي أو بلاستيكي كبير الحجم، ثم يضاف الحليب الذي يحتوي على سكر اللاكتوز إلى ذلك العمود. ليقوم إنزيم اللاكتيز بتحطيم سكر اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاکتوز. وهكذا يتم إنتاج حليب خالي من سكر اللاكتوز الذي يسبب الحساسية لدى بعض الأشخاص المصابين بمرض وراثي يعرف باسم "**حساسية اللاكتوز Lactose Intolerance**". انظر الشكل (17.4.2).

ومن الجدير بالذكر أن معدل التفاعلات التي تحفزها الإنزيمات المقيدة ضمن حبيبات الأليجينيت يعتمد على العديد من العوامل أهمها قطر الحبيبات، والذي يمكن التحكم به عبر تعديل معدل تدفق خليط الإنزيمات والصوديوم أليجينيت عبر **محلول كلوريد الصوديوم Sodium Chloride Solution**.

تتميز تقنية الإنزيمات المقيدة بعدد من المزايا في التطبيقات الصناعية والتجارية، ومنها:

1. تتميز الإنزيمات المقيدة بثبات تركيبها.
 2. لا تظهر الإنزيمات المقيدة في المواد الناتجة، وبالتالي فاستخدامها يختصر خطوة تنقية المنتج لاحقاً.
 3. تكون الإنزيمات المقيدة جاهزة لإعادة الاستخدام بصورة دائمة، حيث لا يتم فقدانها في التفاعلات، وبذلك فهي تشكل فرصة لعملية إنتاج مستمرة للمنتج المطلوب.
- وعلى الرغم من تلك الميزات، إلا أن هذه التقنية تشوبها بعض السلبيات، ومنها:
1. يحتاج استخدام الإنزيمات المقيدة مزيداً من الوقت، والمواد والتجهيزات.
 2. تنخفض قدرة الإنزيمات التحفيزية، لأن الإنزيمات المقيدة لا تتفاعل بحرية مع المواد الخاضعة لها.
 3. في حال وقوع أي حالة تلوث، فإن النظام بأكمله سيتأثر وسيكون بحاجة للاستبدال.

أسئلة نهاية الوحدة

أولاً. الاختيار من متعدد:

1. تعتمد تقنية الهندسة الوراثية على استخدام مجموعة من الأنزيمات أهمها:
 - أ. إنزيمات القطع وأنزيمات اللصق.
 - ب. إنزيمات بناء DNA.
 - ج. إنزيمات البلمرة .
 - د. إنزيمات الأنسولين.
2. يتم نقل جين الإنسولين من الخلايا البشرية إلى الخلايا البكتيرية باستخدام وسيط يعرف باسم:
 - أ. إي كولاي.
 - ب. الرايبوسوم.
 - ج. البلازميد .
 - د. الفيروس.
3. يعتمد المستشعر الحيوي الخاص بقياس نسبة سكر الجلوكوز في الدم على إنزيم:
 - أ. Amylaze
 - ب. Insulin.
 - ج. Glucose Oxidase
 - د. Lactase
4. أي من الهرمونات التالية يرتفع أثناء فترة الحمل، و يسمى بهرمون الحمل:
 - أ. hGnRH
 - ب. hCG
 - ج. أنسولين.
 - د. جلوكاجون.
5. تستخدم الأجسام المضادة أحادية المنشأ في كل من التطبيقات التالية، ما عدا:
 - أ. التعرف على الخلايا السرطانية.
 - ب. تشخيص بعض الأمراض الوراثية.
 - ج. تشخيص بعض الأمراض كالإيدز والتهاب الكبد الوبائي.
 - د. المستشعرات الحيوية كفحص الحمل.
6. تحتاج عملية تقييد الإنزيمات إلى مواد خاملة (غير متفاعلة) مثل:
 - أ. كبريتات النحاس.
 - ب. كرات الحديد.
 - ج. صوديوم أليجينييت.
 - د. البوتاسيوم.
7. أي من التالية لا يعتبر من ميزات استخدام الإنزيمات المقيدة:
 - أ. إمكانية إعادة استخدامها.
 - ب. ثبات تركيبها الكيميائي.
 - ج. نقاء المنتجات.
 - د. انخفاض التكلفة.



8. أي من الإنزيمات التالية يستخدم لإنتاج الجزيء في الشكل المجاور ؟

- أ. Ligase
ب. Transcriptase
ج. Restriction enzyme
د. RNA polymerase

9. أي من الأنزيمات التالية يقوم بربط الجين المسؤول عن تصنيع الأنسولين مع بلازميد البكتريا

- أ. DNA –Ligase
ب. restriction enzyme
ج. Glucose Oxidase
د. Polymerase

10. يعد الغشاء شبه المنفذ من مكونات المستشعرات البيولوجية ،أي من العبارات التالية تصف بدقة عمل هذا المكون:

- أ. يسمح بمرور المادة المراد الكشف عنها من خلاله .
ب. هو العنصر المسؤول عن التعرف على المادة المراد الكشف عنها .
ج. تضخيم حجم الرسالة الكهربائية الناتجة من محول الإشارة.
د. يظهر الإشارة الكهربائية على شكل معلومات كمية.
11. أي من العمليات التالية لا تعد عملية من عمليات تثبيت الإنزيمات المقيدة :

- أ- الترحيل الكهربائي
ب- الالتصاق
ج- الاصطياد
د- الارتباط التساهمي.
12. في شريط فحص الحمل :أي من المناطق التالية تحتوي على أجسام أحادية المنشأ لهرمون hCG وإنزيم E

- أ- منطقة التفاعل
ب- منطقة الاختبار
ج- منطقة التفاعل الضابط
د- جميع ما ذكر

13. يعتمد مبدأ عملية إنتاج الحليب منزوع اللاكتوز على تقنية :

- أ- الاستنساخ الجيني
ب- الإنزيمات المقيدة
ج- الأجسام المضادة أحادية المنشأ
د- المستشعرات البيولوجية

14. تعرف الأجسام المضادة متعددة المنشأ بأنها أجسام مضادة تنشأ من:

- أ- مجموعة مختلفة من خلايا ليمفاوية بائية ترتبط بمولد ضد واحد في مواقع مختلفة .
- ب- خلية ليمفاوية بائية واحدة وترتبط بمولدات ضد مختلفة.
- ج- مجموعة مختلفة من خلايا ليمفاوية تائية وترتبط بمولد ضد في مواقع مختلفة.
- د- خلية ليمفاوية تائية واحدة وترتبط بمولدات ضد مختلفة.

15. مبدأ عمل إنزيم جلوكوز أكسيداز في شريط فحص سكر الدم هو :

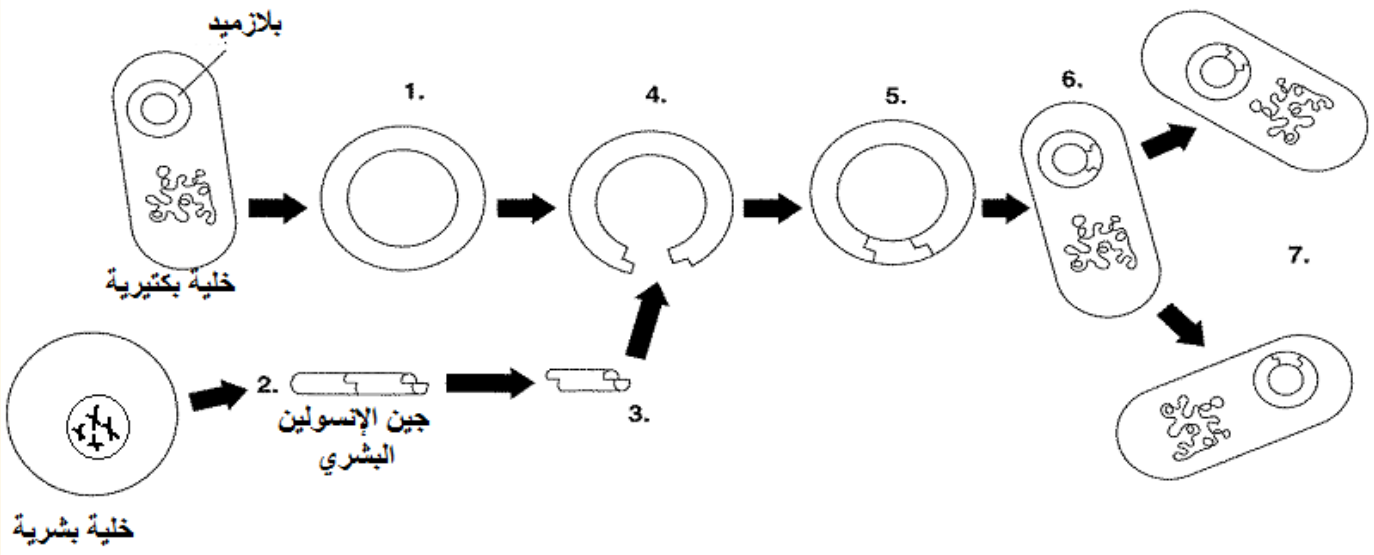
- أ- يقوم بتحويل الجلوكوز إلى حمض الجلوكونيك وفوق أكسيد الهيدروجين.
- ب- يقوم بتحفيز تفاعل إنزيم البيروكسيداز إلى فوق أكسيد الهيدروجين.
- ج- يقوم بتحويل حمض الجلوكونيك إلى فوق أكسيد الهيدروجين فقط.
- د- يقوم بتحويل فوق أكسيد الهيدروجين إلى حمض الجلوكونيك.

16. أي من التطبيقات التالية لا تعد من تطبيقات المستشعرات البيولوجية

- أ- فحص الحمل المنزلي.
- ب- المستشعرات الميكروبية .
- ج - المستشعرات البيئية .
- د- الإنزيمات المقيدة.

ثانياً: أسئلة الإجابة القصيرة:

1. يمثل الشكل التالي خطوات إنتاج الإنسولين بتقنية الهندسة الوراثية، ادرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ. حدد أرقام الخطوات التي تمثل ما يلي:

- البلازميد:
- إنتاج البلازميد معاد التركيب:
- الاستنساخ الجيني:

ب. وضح أهمية هذه العملية لمرضى السكري

.....

.....

.....

ج. قارن بين الإنسولين المنتج بتقنية الهندسة الوراثية والإنسولين المستخلص من مصادر حيوانية من حيث تكلفة الإنتاج ونقاء ومطابقة التركيب للإنسولين البشري الطبيعي

.....

.....

.....

2. وضح بمثال آلية عمل المستشعرات الحيوية

3. اذكر 3 من تطبيقات المستشعرات الحيوية في حياتنا اليومية

4. وضح ما المقصود بالأجسام المضادة أحادية المنشأ

5. اشرح في خطوات محددة، كيفية استخدام الأجسام المضادة أحادية المنشأ في إجراء الفحوصات الحيوية كفحص الحمل

6. اذكر طرق تثبيت الإنزيمات، وصف كل منها باختصار

7. عبر عن تفاعلات الكشف عن سكر الدم في أجهزة فحص السكر بالمستشعرات البيولوجية بمعادلات كيميائية مفصلة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. فسر العبارة التالية : واجهت عملية تصنيع الإنسولين البشري من إنسولين بعض الحيوانات كالأبقار بالرغم من تشابه تركيب النوعين بعض المشاكل والانتقادات.

.....

.....

.....

.....

.....

9. أكمل الجدول التالي : ما وظيفة كل مما يلي

الوظيفة	التركيب
	المضخم في المستشعرات البيولوجية
	البلازميد في بكتيريا <i>E.coli</i>
	المستشعرات البيئية
	حبيبات الصوديوم أليجينييت

10. ما هي مميزات الأنزيمات المقيدة في التطبيقات الصناعية والتجارية ؟

.....

.....

.....

.....

11. في الشكل المجاور شريطين لاختباري حمل (أ و ب) : أجب عن الأسئلة التالية :



أ. أي العينتين تمثل الاختبار الموجب وأيها يمثل الاختبار السالب؟

ب. ما هي المادة التي توجد في البول والتي من خلالها يمكن قراءة نتيجة الاختبار ولماذا؟

ج. في العينة الموجبة لاختبار الحمل ما هو سبب تلون منطقة الاختبار؟ فسر ذلك.

12. ما هي تطبيقات الأجسام المضادة أحادية المنشأ في مجال التشخيص.

.....

.....

.....

.....

.....

13. ما هي أسباب استخدام البكتيريا في هندسة الجينات مثل صناعة الإنسولين .

.....

.....

.....

.....

.....

رقم الأيداع بدار الكتب القطرية ٢٠١٥ / ٢٥١



مطابع قطر الوطنية
QATAR NATIONAL PRINTING PRESS

Serving Qatar Since 1958

Website : www.qnpp.net