

**الفكرة العامة** خلق الله سبحانه وتعالى جهاز المناعة ليحمي الجسم من الإصابة بمسببات الأمراض.

### 1 - 9 جهاز المناعة

**الفكرة الرئيسة** لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما، المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).

#### حقائق في علم الأحياء

- يوجد في جسم الإنسان أكثر من 600 عقدة ليمفية مثل اللوزتين.
- للخلايا الأكولة الكبيرة سيتوبلازم يتحرك باستمرار.
- قد يساوي حجم عدة ملايين من الفيروسات حجم رأس دبوس.

اللوزتان

الجلول اون لاين  
h u l u l . o n l i n e

الأوعية الليمفية هي اللوزتين

وصف المناعة اعمل المطوية الآتية  
لتساعدك على تنظيم الأفكار المتعلقة  
بالمناعة.

### المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1: ضع ثلاث ورقات من دفتر الملاحظات  
بعضها فوق بعض على أن تبعد إحداها عن الأخرى  
بمقدار 2.5 cm كما في الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الأوراق من منتصفها لتكوين ألسنة  
يبعد بعضها عن بعض المسافات نفسها، كما في الشكل  
الآتي:



الخطوة 3: ثبت أوراق المطوية معاً بالدبابيس على  
طول الطرف، واكتب على كل لسان أحد العناوين  
الآتية: المناعة المكتسبة، المناعة السلبيه، المناعة الخلوية،  
مناعة الأجسام المضادة، المناعة الطبيعية، المناعة من  
الأمراض، كما في الشكل أدناه.

1	المناعة المكتسبة
2	المناعة الطبيعية
3	المناعة الخلوية
4	مناعة الأجسام المضادة
5	المناعة الطبيعية
6	المناعة من الأمراض

المطويات: استعمل هذه المطوية في أثناء دراستك لجهاز  
المناعة. صف وأنت تقرأ الدرس كل نوع من أنواع المناعة،  
واستعن بالمطوية لمراجعة ما تعلمته عن المناعة.

## تجربة استهلاكية

كيف يمكنك تتبّع الإصابة بالزكام؟

ينتج الزكام وأمراض أخرى عن مسببات الأمراض التي  
يمكن أن تنتقل من شخص إلى آخر. وستحدد في هذه  
التجربة طريقة الإصابة بالزكام.

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حضّر مجموعة من الأسئلة لطرحها على زملائك حول  
آخر مرة أصيبوا فيها بالزكام، مثل: الأعراض التي عانوا  
منها هم وأفراد أسرهم وأصدقائهم، والتدابير الوقائية  
التي اتبعوها لتجنب المرض.
3. استعن بالأسئلة التي أعددتها لإجراء مقابلة مع زملائك.
4. صمّم خريطة مفاهيمية لتنظيم البيانات التي جمعتها  
لتحديد طريقة انتقال المرض من شخص إلى آخر.

### يتترك للطالب

### التحليل

1. صف. كيف تميز خريطتك المفاهيمية بين أعراض الزكام  
المختلفة الذي أصاب زملاءك.
2. استنتج الطرائق التي ينتقل بها مسبب مرض الزكام في  
أثناء انتقاله بين زملائك وأصدقائهم وأسرهم.



## الأهداف

- تقلون بين المناعة غير المتخصصة (العامّة) والمتخصصة (النوعية).
- تتخصّن تركيب الجهاز الليمفي ووظيفته.
- تتميّن بين المناعة السلبية والمناعة الإيجابية.

## مراجعة المفردات

خلايا الدم البيضاء White Blood Cells، خلايا كبيرة تحتوي على نواة، وتلعب دوراً كبيراً في حماية الجسم من المواد الغريبة، والمخلوقات الدقيقة.

## المفردات الجديدة

البروتين المتمم (المكمل)  
الإنترفيرون  
الخلايا القاتلة  
الخلايا الليمفية  
الجسم المضاد  
التطعيم (التحصين)  
الخلايا البلازمية البائية (B)  
الخلايا التائية (المساعدة) (T)

# جهاز المناعة The Immune System

**المعرفة** **الربط** لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامّة) والمناعة المتخصصة (النوعية).

**الربط بواقع الحياة** إننا نعيش مع عدد كبير من مسببات الأمراض الكامنة، ومنها البكتيريا والفيروسات التي قد تسبب المرض فكما الحصن الذي يحمي المدينة من هجوم الأعداء يقوم جهاز المناعة بحماية الجسم من مسببات الأمراض هذه وغيرها من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب المرض.

## المناعة العامة (غير المتخصصة)

## Nonspecific Immunity

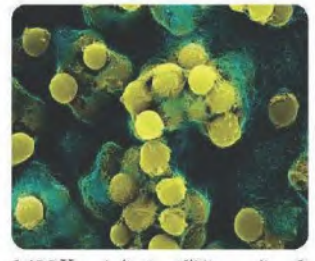
وهب الله عز وجل للجسم القدرة ليكون عند الولادة عدداً من الدفاعات في جهاز المناعة لمحاربة مسببات الأمراض. وتسمى هذه الدفاعات المناعة غير المتخصصة؛ لأنها لا تستهدف نوعاً محدداً من مسببات الأمراض، فهي تحمي الجسم من مسببات المرض التي يواجهها. وتساعد المناعة غير المتخصصة التي يحتويها الجسم على منع المرض، كما تساعد على إبطاء تقدمه أيضاً، إلى أن تبدأ المناعة المتخصصة عملها. والمناعة المتخصصة من أكثر استجابات المناعة فاعلية، فهي حين تعد المناعة غير المتخصصة خط الدفاع الأول.

**الحواجز Barriers** تستعمل الحواجز في الجسم للحماية ضد مسببات المرض، كما هو الحال في جدران الحصن القوية. وتوجد هذه الحواجز في مناطق الجسم التي يمكن أن تدخل من خلالها مسببات الأمراض.

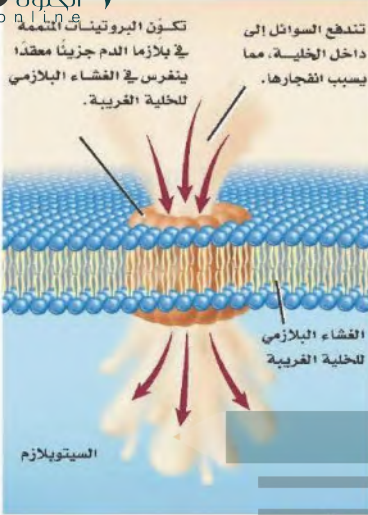
**حاجز الجلد skin barrier** من الطرائق السيرة التي يقي بها الجسم نفسه من الأمراض المعدية هي منع المخلوقات الغريبة من دخول الجسم. ويمثل خط الدفاع الرئيس هذا في الجلد السليم وإفرازاته. تساعد الخلايا الميتة في الجلد على الحماية ضد غزو المخلوقات الحية الدقيقة. ويعيش العديد من البكتيريا تكافلياً على سطح الجلد، فتهمض الزيوت الجلدية لتنتج الأحماض التي تثبط العديد من مسببات الأمراض. ويبين الشكل 9-1 بعض البكتيريا الطبيعية التي تعيش على الجلد، وتحميه من الهجوم.

**الحواجز الكيميائية chemical barriers** يحتوي اللعاب والدموع والإفرازات الأنفية على إنزيم محلل لجدار الخلية البكتيرية، فيسبب موت المخلوقات المسببة للمرض. ويعد المخاط شكلاً آخر من أشكال الدفاع الكيميائي، ويُفرز بواسطة العديد من السطوح الداخلية في الجسم ويعمل بوصفه حاجز حماية يمنع البكتيريا من الالتصاق بالخلايا الطلائية الداخلية، كما تغطي الأهداب سطوح ممرات التنفس الهوائية.

■ الشكل 9-1 توجد هذه البكتيريا بشكل طبيعي على جلد الإنسان.



تكبير المجهر الإلكتروني الماسح X 1400



وتؤدي حركتها إلى دفع البكتيريا التي التصقت بالمخاط بعيداً عن الرتين. فعندما تنتقل العدوى إلى ممرات التنفس يتم إفراز كميات مخاط أكبر، مما يحفز السعال والعطاس اللذين يساعدان على طرد المخاط الحامل للعدوى إلى خارج الجسم. ويمثل الدفاع الكيميائي الرابع في حمض الهيدروكلوريك (HCl) الذي يُفرز في المعدة. فبالإضافة إلى دوره في عملية الهضم، يعمل على قتل العديد من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب المرض وتوجد في الطعام الذي نتناوله.

### استجابة المناعة غير المتخصصة لغزو مسببات المرض

**Nonspecific responses to invasion** لا تتوقف المقاومة حتى لو تمكن أي من الأعداء من اقتحام جدران حصن المدينة. وكذلك الجسم؛ فاستجابات المناعة غير المتخصصة لمسببات المرض تتخطى الحواجز.

**الدفاع الخلوي cellular defense** إذا دخلت المخلوقات الدقيقة الغريبة إلى الجسم فإن خلايا جهاز المناعة المبنية في الجدول 9-1 تدافع عنه.

ومن طرائق الدفاع البلعمة، وهي العملية التي تحيط فيها خلايا الدم الأكلة (المتعادلة والكبيرة) بالمخلوقات الحية الدقيقة الغريبة، ثم تفرز إنزيمات هاضمة ومواد كيميائية من الأجسام المحللة (الليسوسومات) فيها تقضي على المخلوق الدقيق. ويساهم نحو 20 نوعاً من البروتينات الموجودة في بلازما الدم في عملية البلعمة، وتسمى هذه البروتينات **البروتينات المتممة complement proteins** التي تعزز عملية البلعمة، من خلال مساعدة الخلايا الأكلة على الارتباط بشكل أفضل مع مسبب المرض فتتنشط الخلايا الأكلة وتعزز عملية تحليل غشاء الخلية المسببة للمرض، الشكل 9-2. ويتم تنشيط هذه الخلايا بواسطة مواد في الجدار الخلوي للبكتيريا.

الشكل 2-9 تكون البروتينات المتممة فجوة في الغشاء البلازمي للخلية الغريبة.

من يحتاج إلى قشرة اللوز؟

راجع الدليل التجارب العملية على منصة عين

علمية

hü l u l . o n l i n e

الجدول 9-1	خلايا جهاز المناعة	نوع الخلية
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 2150	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا.	الخلايا المتعادلة (Neutrophile)
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 380	البلعمة: خلايا الدم التي تبتلع البكتيريا، وتتخلص من الخلايا المتعادلة الميتة وبقايا مكوناتها.	الخلايا الأكلة الكبيرة (Macrophagen)
تكبير المجهر المركب بعد الصبغ X 1800	المناعة المتخصصة (أجسام مضادة، تقتل مسببات المرض): خلايا الدم التي تنتج الأجسام المضادة ومواد كيميائية أخرى.	الخلايا الليمفية (Lymphocyte)



### الإنترفيرون Interferon عندما يدخل فيروس إلى الجسم يساعد على دفاع

خلوي آخر على منع الفيروس من الانتشار؛ حيث تُفرز الخلايا المصابة بالفيروس بروتيناً يُسمى **إنترفيرون** interferon يرتبط بدوره مع الخلايا المجاورة، ويحفزها على إنتاج بروتينات مضادة للفيروس، فتمنع تضاعف الفيروس في هذه الخلايا.

**الاستجابة الالتهابية Inflammatory response** هناك نوع آخر من الاستجابات غير المتخصصة تُسمى الاستجابة الالتهابية، وهي سلسلة من الخطوات المعقدة التي تشمل العديد من المواد الكيميائية والخلايا المناعية للمساعدة على تعزيز الاستجابة المناعية عموماً. فعندما يدمر مسبب المرض نسيجاً معيناً تُفرز مواد كيميائية من مسبب المرض وخلايا الجسم معاً. فتجذب هذه المواد الخلايا الأكولة إلى المنطقة، وتزيد من تدفق الدم إلى المنطقة المصابة وتزيد من نفاذية الأوعية الدموية للسماح لخلايا الدم البيضاء بالوصول إلى المنطقة المصابة. وهذه الاستجابة تساعد على تراكم خلايا الدم البيضاء في المنطقة المصابة. كما أن بعض الألم والحرارة والاحمرار من الأعراض التي تحدث نتيجة الاستجابة الالتهابية لمرض معين.

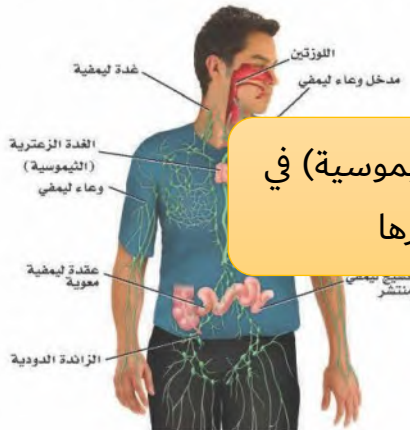
### المناعة المتخصصة (النوعية) Specific Immunity

تتمكن مسببات المرض أحياناً من تخطي آليات الدفاع غير المتخصصة، إلا أن الجسم يملك خطأً دفاعياً ثانياً يعمل على مهاجمة هذه المسببات. وتمتاز المناعة المتخصصة بفاعليتها ولكنها تأخذ وقتاً لتتكون وتتمايز. وتشمل الاستجابة المتخصصة كلاً من الأنسجة والأعضاء الموجودة في الجهاز الليمفي.

**الجهاز الليمفي Lymphatic system** يضم الجهاز الليمفي في الشكل 3-9 أعضاء وخلايا تعمل على ترشيح السائل الليمفي والدم، وتدمير المخلوقات الدقيقة الغريبة. كما يمتص الجهاز الليمفي الدهون. والليمف سائل يرشح من الشعيرات الدموية لغمر خلايا الجسم. يدور هذا السائل عبر خلايا النسيج ويُجمع بواسطة الأوعية الليمفية ويعود مرة أخرى إلى الأوردة بالقرب من القلب.

■ الشكل 3-9 يحتوي الجهاز الليمفي أعضاء ترتبط باستجابة المناعة النوعية.

**حدد.** موقع العضو الليمفي الضروري لإنتاج الخلايا التائية وتمايزها.



تتمثل أهمية الغدة الزعترية (الثيموسية) في نمو الخلايا التائية وتمايزها

**الأعضاء الليمفية Lymphatic organs** تحتوي الأعضاء في الجهاز الليمفي على أنسجة ليمفية، وخلايا ليمفية، وأنواع أخرى من الخلايا ونسيج ضام. **والخلايا الليمفية lymphocytes** نوع من خلايا الدم البيضاء التي تُنتج في نخاع الأحمر للعظم. وتضم الأعضاء الليمفية: العقد الليمفية واللوزتين والطحال والغدة الزعترية (الثيموسية) ونسيجًا ليمفيًا منتشرًا في الأغشية المخاطية للقنوات الهضمية والتنفسية والبولية والتناسلية. تُرشد العقد الليمفية السائل الليمفي، وتخلصه من المواد الغريبة. وتشكل اللوزتان حلقة حماية خاصة بالنسيج الليمفي بين تجويفي الفم والأنف، وهذا يساعد على الحماية من البكتيريا والمواد الضارة الأخرى في الأنف والفم.

ويُخزن الطحال الدم ويحطم خلايا الدم الحمراء التالفة والهامة، كما يحتوي على نسيج ليمفي يستجيب لوجود المواد الغريبة في الدم. وتقع الغدة الزعترية فوق القلب، وتلعب دورًا مهمًا في تنشيط نوع خاص من الخلايا الليمفية، تسمى الخلايا التائية، وهي تنتج في نخاع العظم، وتنضج وتتمايز في الغدة الزعترية. كما أن هناك نوع آخر من الخلايا الليمفية تسمى الخلايا البائية، تنتج الأجسام المضادة عند دخول مسببات الأمراض الجسم. ويتم إنتاج هذا النوع من الخلايا في نخاع العظم.

## استجابة الخلايا البائية B - Cell Response

**الأجسام المضادة antibodies** بروتينات تنتجها الخلايا الليمفية البائية (البلازمية) التي تتفاعل بشكل خاص مع مولدات الضد الغريبة. ومولد الضد antigen مادة غريبة عن الجسم تؤدي إلى الاستجابة المناعية، ويمكنها الارتباط مع الجسم المضاد أو الخلية التائية.

توجد **الخلايا البلازمية (البائية) B cells** في جميع الأنسجة الليمفية، ويمكن أن توصف بأنها مصانع الأجسام المضادة؛ فعند وجود أي جزء من مسبب المرض تبدأ الخلايا البائية بإنتاج الأجسام المضادة. تتبع الشكل 4-9 لتتعرف كيفية تنشيط الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة. فعندما تحيط الخلية الأكولة الكبيرة بمسبب المرض وتهضمه تُعرض قطعة من مسبب المرض - تُسمى مولد الضد المُعالج - على غشائها، الشكل 4-9.

أما في النسيج الليمفي - مثل العقد الليمفية - فترتبط الخلية الأكولة الكبيرة ومولد الضد على سطحها مع نوع من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلية التائية المساعدة helper T cells** مما يؤدي إلى تنشيطها. ويُسمى هذا النوع من الخلايا "المساعدة"؛ لأنها تنشط الخلايا البائية (B) على إنتاج الجسم المضاد، وهناك نوع آخر من الخلايا التائية (T) - التي سيتم مناقشتها لاحقًا - والتي تساعد على قتل المخلوقات الحية الدقيقة وفق الآلية الآتية:

- تتكاثر الخلية التائية المُساعدة وترتبط بمولد الضد المُعالج والخلية البائية.
- تستمر الخلايا التائية الجديدة المساعدة في عملية الاتحاد مع مولدات الضد، وترتبط مع الخلايا البائية وتتكاثر.

### المفردات

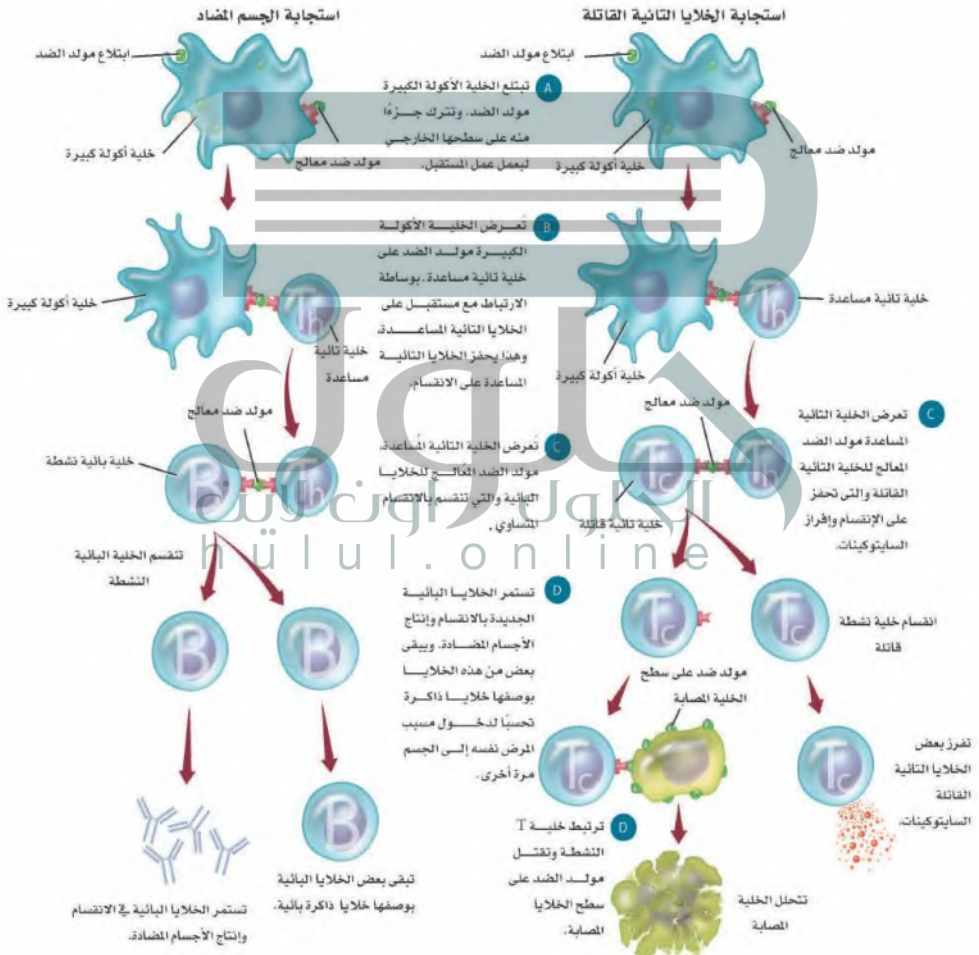
#### أصل الكلمة

الغدة الزعترية (الثيموس) Thymus،

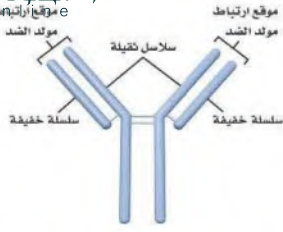
مشقة من الكلمة اليونانية thymos

وتعني الثولول النامي.

■ الشكل 4-9 تشمل استجابات المناعة المتخصصة مولدات الضد والبلعمة والخلايا البائية والخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة. أما الاستجابة التي تنتج الأجسام المضادة فتشمل الأجسام المضادة التي تنتجها الخلايا البائية والخلايا B الذاكرة. وتنتج استجابة الخلايا التائية القاتلة عن تحفيز هذه الخلايا.







■ الشكل 5-9 يتكون الجسم المضاد من نوعين من السلاسل البروتينية هما: السلاسل الثقيلة والسلاسل الخفيفة. **لخص** أنواع الخلايا التي تنتج الأجسام المضادة.

## تنتج الخلايا البائية النشطة الأجسام المضادة

• بمجرد اتحاد خلية نائية مُساعدة نشطة مع خلية بائية حاملة لمولد الضد، تبدأ الخلية البائية في تصنيع الأجسام المضادة التي تتحد بشكل خاص مع هذا النوع من مولدات الضد.

• تعزز الأجسام المضادة الاستجابة المناعية بالارتباط مع المخلوقات الحية الدقيقة، معرضة إياها أكثر لعملية البلعمة، كما تساعد على حدوث الاستجابة غير المتخصصة بواسطة تحفيز الاستجابة الالتهابية.

تصنع الخلايا البائية العديد من مجموعات الأجسام المضادة من خلال استعمال المادة الوراثية DNA لإنتاج سلاسل بروتينية ثقيلة (معقدة)، وخفيفة (بسيطة) متنوعة، لتكوّن الأجسام المضادة، كما في الشكل 5-9. وتستطيع أي سلسلة ثقيلة أن تتحد مع أي سلسلة خفيفة. فإذا تمكنت خلية بائية من إنتاج 16,000 نوع مختلف من السلاسل الثقيلة و1200 نوع من السلاسل الخفيفة فستتمكن من إنتاج 19,200,000 أو 1200×16,000 نوع مختلف من الأجسام المضادة.

## استجابة الخلية التائية T – Cell Response

يمكن للخلية التائية المُساعدة بعد تنشيطها - نتيجة وجود مولد الضد على سطح الخلية الأكلولة الكبيرة- أن ترتبط مع مجموعة من الخلايا الليمفية تُسمى **الخلايا التائية القاتلة** cytotoxic T cells وتنشطها. تدمر الخلايا القاتلة مسببات المرض، وتطلق مواد كيميائية تُسمى المحركات الخلوية (السايتوكينات) cytokines، التي تحفز خلايا الجهاز المناعي على الانقسام، ونقل الخلايا المناعية إلى منطقة العدوى. تتحد الخلايا التائية القاتلة بمسبب المرض، وتطلق المواد الكيميائية وتدمره. ويمكن لخلية تائية قاتلة واحدة أن تدمر خلايا مستهدفة عديدة. ويُلاحظ الشكل 4-9 آلية تنشيط الخلايا التائية القاتلة.

✓ **ماذا قرأت؟** لخص الدور الذي تؤديه الخلايا الليمفية في المناعة.

الخلايا الليمفية البائية مهمة لإنتاج الأجسام المضادة، وهي مواد كيميائية محددة ترتبط مع مولدات الضد، وتزيد من البلعمة، أما الخلايا الليمفية التائية تشمل الخلايا التائية القاتلة التي يمكنها تدمير الخلايا الغريبة؛ وتفرز السيتوكينات لتحفيز الاستجابة المناعية، تعزز الخلايا التائية المساعدة استجابة كل من الخلايا الليمفية البائية والخلايا التائية القاتلة

أثناء الاستجابة الأولية للمناعة. وتستجيب هذه الخلايا بسرعة إذا تعرض الجسم لغزو مسبب المرض نفسه مرةً أخرى. وتحمي خلايا الذاكرة الجسم عن طريق تقليل احتمال تطور المرض إذا تعرض الجسم لمسبب المرض نفسه مرةً أخرى.

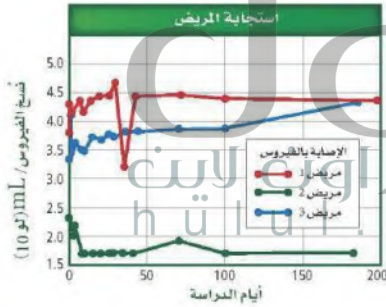


**المناعة السلبية Passive immunity** يحتاج الجسم أحياناً إلى حماية مؤقتة ضد مرض معدي، ويحدث هذا النوع من الحماية المؤقتة عندما تُصنع الأجسام المضادة من أشخاص آخرين أو حيوانات وتُنقل أو تُحقن في جسم الإنسان. فمثلاً تحدث المناعة السلبية بين الأم وطفلها، فالأجسام المضادة المتكونة في جسم الأم تنتقل من خلال المشيمة إلى الجنين، ومن حليب الثدي إلى الطفل الرضيع. ويمكن لهذه الأجسام المضادة أن تحمي الطفل حتى ينمو جهازه المناعي ويكتمل. وتتكون الأجسام المضادة في الإنسان أو الحيوان الذي تكونت لديه مناعة متخصصة ضد أمراض معدية محددة. وتُستخدم هذه الأجسام المضادة في علاج أمراض معدية عند أشخاص آخرين، حيث تحقن هذه الأجسام في الأشخاص الذين تعرضوا لمرض معدي معين. كما يتوافر العلاج بالمناعة السلبية للأشخاص الذين تعرضوا لالتهاب الكبد الوبائي A، B والتيفوئيد والكَلَب (السُّعَار). كما تتوافر أجسام مضادة لإبطال مفعول سُم الأفعى أو العقرب.

#### تفكير الناقد

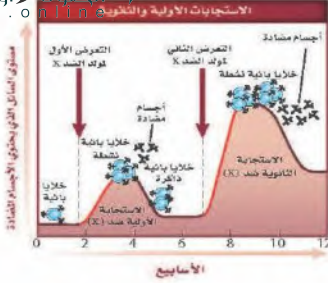
قارن: بين استجابات المريض للعلاج بالمناعة السلبية.

استخلص النتائج: هل يمكن للباحثين أن يستنتجوا أن العلاج بالمناعة السلبية فعال؟ فسر إجابتك.



Stiegler G., et al. 2002. Antiviral activity of the neutralizing antibodies infected humans: a phase I evaluation. AIDS 16: 2019-2025.

- ج ١: انخفضت كمية الفيروس في المريض الأول على نحو حاد ثم ارتفعت إلى القيمة الأصلية، أمّا في المريض الثاني فقد انخفضت كمية الفيروس واستمرت على معدلها وفي المريض الثالث انخفضت كمية الفيروس ثم عاودت الارتفاع ببطء
- ج ٢: هناك حاجة إلى إجراء المزيد من الأبحاث؛ فالمعالجة بالمناعة السلبية كانت فعالة مع مريض واحد فقط من أصل ثلاثة مرضى



الشكل 6-9 يبين الرسم البياني  
الفرق بين استجابات المناعة الأولية  
والثانوية عند التعرض لمولد ضد.

حلل. ما أوجه الاختلاف بين الاستجابة  
المناعية الأولية والاستجابة المناعية  
الثانوية.

## الاستجابة الثانوية أسرع وتصل مستوى أعلى من الأجسام المضادة مقارنة بالاستجابة الأولية

**المناعة الإيجابية Active immunity** تحدث المناعة الإيجابية بعد تعرض جهاز المناعة لمولدات ضد المرض وإنتاج الخلايا الذاكرة. وتحدث المناعة الإيجابية نتيجة حدوث مرض معد أو نتيجة **التطعيم immunization**، الذي يُسمى التحصين أيضًا. ويقصد به حقن الجسم عن قصد بمولد ضد بهدف تطوير استجابة أولية وخلايا ذاكرة مناعية. ويوضح الجدول 2-9 بعض التطعيمات الشائعة.

وتحتوي التطعيمات على مسببات مرض ميتة أو ضعيفة غير قادرة على التسبب بالمرض.

كما تحتوي معظم التطعيمات على أكثر من محفّز لجهاز المناعة، وتُعطى عادة بعد التطعيم الأول (الجرعة الأولى). وهذه الجرعات تزيد من الاستجابة المناعية، إذ تزود الجسم بحماية أكبر من المخلوقات الحية الدقيقة المسببة للمرض.

لماذا يُعد التطعيم فعالاً في الوقاية من المرض؟ من خصائص الاستجابة المناعية الثانوية والتي تحدث نتيجة استجابة الجسم لمولد ضد (جسم غريب) مرة أخرى - أنها تزيد من فعالية التطعيم في الوقاية من المرض. لاحظ أن الاستجابة المناعية

الثانوية في الشكل 6-9 لمولد الضد لها العنصر  
أولاً: تحدث الاستجابة بشكل أسرع من الاستجابة  
ثانياً: تكون الاستجابة الكلية لكل من الخلايا  
ثالثاً: تستمر الخلايا الذاكرة الكلية في العمل لوقت أطول بعد التعرض الثاني لمسبب المرض.

الجدول 2-9		التطعيمات العامة ( الشائعة )
التطعيم	المرض	المحتويات
DPT التطعيم الثلاثي	دفتيريا " الخناق " (D)، التيتانوس (T) السعال الديكي (P)	D: سم غير فعال، T: سم غير فعال، P: بكتيريا غير فعالة
شلل غير الفعال Polio	شلل الأطفال	فيروس غير فعال
MMR	الحصبة، النكاف، الحصبة الألمانية	جميعها فيروسات غير فعالة
فاريسيلا ( الخناق )	جدري الماء	فيروس غير فعال
HIB	الأنفلونزا من نوع b	أجزاء من الجدار الخلوي للبكتيريا
HBV	التهاب الكبد الوبائي من نوع B	أجزاء من الفيروس

## فشل جهاز المناعة Immune System Failure

قد ينتج عن وجود عيوب في جهاز المناعة زيادة احتمال تطور الأمراض المعدية، وكذلك بعض أنواع السرطانات. وتؤثر بعض الأمراض في فعالية جهاز المناعة، ومنها مرض نقص المناعة المكتسبة AIDS الذي ينتج عن الإصابة بفيروس HIV. ويعد الإيدز من المشاكل الصحية الخطيرة جداً في العالم.

تذكر الدور المهم الذي تؤديه الخلايا التائية المُساعدة في المناعة النوعية؛ حيث يصيب فيروس HIV بشكل رئيس الخلايا

ج١: الخلايا الأكلة، الخلايا البائية، الخلايا التائية المساعدة والقاتلة

ج٢: تعمل الخلية الأكلة على تعرّف مولد الضد والتعامل معه؛ حيث تضع قطعة

منه على سطحها وتعرضها للخلايا التائية المساعدة التي تقدم بدورها مولد الضد

المعالج إلى الخلايا البائية وتنشطها لكي تبدأ بإنتاج الأجسام المضادة

ج٣: السلبية: تنتج الأجسام المضادة في مخلوق حي ثم تُعطى لمخلوق حي آخر،

الإيجابية: تنتج الأجسام المضادة في مخلوق حي مصاب بالمرض أو تعرّض للتطعيم

ج٤: الأعضاء والخلايا التي تشمل الغدة الزعترية، اللوزتين، العقد الليمفية، الخلايا

الليمفية؛ تصفي الليمف والدم وتقضي على المخلوقات الحية الدقيقة وتمتص

## الدهون

ج٥: عندما يقل عدد الخلايا التائية المساعدة، تضعف استجابة كل من خلايا المناعة

## البائية والتائية

٦. صغ فرضية ماذا يحدث إذا حصلت طفرة في فيروس HIV بحيث تصبح الأدوية التي تقلل تضاعف الفيروس غير فاعلة.

٧. قوم. يوجد مرض يُسمى النقص المناعي المركب الحاد. والذي يولد فيه طفل لا يحوي جهازه المناعي الخلايا التائية، قوم أثر هذا المرض.

٨. الرياضيات في علم الأحياء تتكون الأجسام المضادة من سلسلتي بروتين خفيفتين، وسلسلتي بروتين ثقيلتين. فإذا كان الوزن الجزيئي للسلسلة الخفيفة 25,000 والوزن الجزيئي للسلسلة الثقيلة هو 50,000، فما الوزن الجزيئي للجسم المضاد؟

١. الفكرة الرئيسة قارن بين استجابات المناعة المتخصصة وغير المتخصصة.

٢. صف خطوات تنشيط استجابة الجسم المضاد لمولد ضد ما.

٣. اعمل شكلاً توضيحياً يمثل المناعة الإيجابية والمناعة السلبية.

٤. صف تركيب الجهاز الليمفي ووظائفه.

٥. استنتج لماذا يعد تدمير الخلايا التائية المساعدة بوساطة عدوى HIV مدمراً للمناعة النوعية؟

ج٦: العدد الأكبر من الأشخاص المصابين بالفيروس يتطور لديهم مرض الإيدز

ج٧: يحصل الطفل على مناعة غير متخصصة فعالة فقط مع وجود عدد قليل من المناعة المتخصصة أو عدم وجودها

$$2(25000) + 2(50000) = 150000$$



## التلقيح ضد الجدري

فمثلاً، يعاني 25% من السكان على الأقل من تثبيط في الجهاز المناعي ناتج عن الأدوية أو المرض. وتلقيحهم لتطعيم الجدري قد ينتج عنه مضاعفات خطيرة بسبب ضعف جهازهم المناعي.

ينتشر فيروس الجدري بسرعة بين الناس ويمكن أن يقتل 30% من الأشخاص المصابين. وبما أنه مرض قاتل، فقد ناقشت الحكومات لسنوات عدة إمكانية إلزام شعوبها بالتطعيم ضده.

### الجدري مرضاً



يشير مصطلح الجدري إلى البثور التي تظهر على الوجه والجسم نتيجة للعدوى بفيروس الجدري.

مرض الجدري لا شفاء منه ويسببه نوع من الفيروسات. وعلى الرغم من ذلك، قام إدوارد جينر في عام 1796 بتطوير تطعيم للجدري، ساعد على إنقاذ حياة العديد من الناس عن طريق الوقاية من المرض.

تدوم المناعة الناتجة عن التطعيم من ثلاث إلى خمس سنوات. ويمنع التطعيم حدوث العدوى أو يقلل من آثارها إذا تم إعطاء التطعيم خلال عدة أيام بعد التعرض للعدوى. وفي حال انتشار فيروس مرض الجدري، فإن مراكز التحكم في المرض والوقاية منه يجب أن تزود الناس الذين قد يتعرضون للفيروس، بالتطعيم خلال ثلاثة أيام للتقليل من آثار المرض أو للوقاية منه. وفي حالة انتشار هذا المرض، فإنه يتوافر تطعيم كافٍ لكل شخص.

إذا كان الجدري قاتلاً لهذه الدرجة، فلماذا لا يتم تطعيم كل شخص بصورة منتظمة؟ إن التطعيم الإلزامي لا يعد خياراً بسبب المعاناة التي سيعانيها العديد من الأشخاص من الآثار الناتجة عن التطعيم.

### مناظرة هي علم الأحياء

هل يجب تطعيم جميع السكان بصورة منتظمة ضد الجدري؟ قم بإجراء بحث إضافي حول الجدري، ثم اعمل في مجموعات مع زملائك لمناقشة هذه القضية.

## الطب الشرعي: كيف تجد أول مريض مصاب؟

5. سجل اسم زميلك الذي تبادلت معه السائل في جدولك.
6. حرك الأنبوب بين يديك برفق لخلط السائل، وكرر الخطوة 4 كلما طُلب إلى مجموعتك إجراء التبادل.
7. وتأكد من اختيارك شخصاً آخر كلما حدث التبادل.
8. عند اكتمال التبادل، يؤدي المعلم دور اختصاصي علم الأوبئة ويستخدم الكاشف ليعرف من أصيب بالمرض.
9. ناقش أنت وزملائك المعلومات مع بقية المجموعات لتتمكن من تحديد هوية أول مريض مصاب.

**الخلفية النظرية:** تخيل أن مدرستك تعرضت لمرض يعرف "بمتلازمة الهاتف النقال"، ومن أعراضه الحاجة الملحة لاستخدام الهاتف النقال في أثناء الدراسة. يسهل انتقال هذا المرض من شخص إلى آخر عن طريق الاتصال المباشر ولا توجد مناعة طبيعية ضد هذا المرض. وأن أحد زملائك في المدرسة مصاب بهذا المرض وهو المريض (Zero)، والمرض ينتشر في صفك ولذلك فأنت في حاجة إلى تتبع المرض قبل أن ينتشر ويتحول إلى وباء شامل.

**سؤال:** هل يمكن تتبع مرض ما وتحديد الإصابة الأولى؟

## المواد والأدوات

9. عند انتهاء كل مجموعة من وضع فرضيتها، افحص السائل الأصلي في كل كأس لمعرفة أول إصابة.
10. أعد أنابيب الاختبار، وتخلص من المواد الأخرى المستخدمة بناءً على تعليمات المعلم.

- ماصة باستور (1 لكل مجموعة).
- أنابيب اختبار مرقمة فيها ماء، أحدها يحاكي الإصابة بمتلازمة الهاتف الخلوي (1 لكل مجموعة).
- حامل أنابيب اختبار (1 لكل مجموعة).
- كؤوس ورقية صغيرة (1 لكل مجموعة).
- ورق وأقلام رصاص.
- كاشف اليود.

## يترك للطالب

### حلل ثم استنتج

1. حلل. استخدم بياناتك لرسم شكل لأول إصابة محتملة، مستخدماً الأسهم لتوضيح من أصيب مع المريض الأول.
2. قارن. كيف يشبه انتشار "أعراض الهاتف النقال" في هذه المحاكاة، انتشار المرض في الحياة الواقعية؟ وفيهم يختلفان؟
3. التفكير الناقد. لم لا ينتقل المرض في التبادلات الأخيرة إذا أجريت المحاكاة في صف أكبر؟
4. تحليل الخطأ. ما المشكلات التي واجهتها عند تحديد هوية أول مريض مصاب؟

## تواصل

نشرة الأخبار استخدم الصحف ومصادر أخرى لتتعلم المزيد عن وباء ناتج عن مرض حالي. وأعد نشرة إخبارية حول آلية بحث اختصاصي علم الأوبئة عن مصدر المرض، ثم اعرضها على زملاء صفك.

ج ٣: يصبح محلول هيدروكسيد الصوديوم في أثناء انتقال السائل من شخص إلى آخر مخففاً لدرجة يصعب معها الكشف عنه بوساطة شريط فحص درجة الحموضة

4. يوزع معلم الصف الطلبة في مجموعات، وعندما يأتي دور مجموعتك وباستخدام الماصة تبادل السائل في أنابيب الاختبار مع زميل آخر في مجموعتك وكأنك تحاكي عملية المشاركة في اللعب أثناء شرب الماء.

المطويات استنتج. الحالات التي يتم فيها استعمال كل نوع من أنواع المناعة لإعاقة مسببات المرض.

المفاهيم الرئيسية	المفردات
<p><b>الفقرة الرابعة</b> لجهاز المناعة قسمان رئيسان هما: المناعة غير المتخصصة (العامة) والمناعة المتخصصة (النوعية).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>تضم الاستجابة المناعية غير المتخصصة حواجز دفاعية، منها الجلد وإفراز المواد الكيميائية والمسارات الخلوية التي تنشط عملية البلعمة.</li> <li>تضم استجابة المناعة المتخصصة تنشيط الخلايا البائية التي تُنتج الأجسام المضادة، والخلايا التائية التي تضم الخلايا التائية المساعدة والقاتلة.</li> <li>تتضمن المناعة السلبية استقبال الأجسام المضادة ضد الأمراض.</li> <li>ينتج عن المناعة الإيجابية خلايا ذاكرة ضد الأمراض.</li> <li>يهاجم فيروس HIV الخلايا التائية المُساعدة مسبباً فشل جهاز المناعة.</li> </ul>	<p>9-1 جهاز المناعة</p> <p>البروتين المتمم (المكمل) الإنترفيرون الخلايا الليمفية الجسم المضاد الخلايا البلازمية البائية (B) الخلايا التائية المساعدة (T) الخلايا التائية القاتلة الخلية الذاكرة التطعيم (التحصين)</p>



### مراجعة المفردات

للإجابة عن الأسئلة من 1-3، استعمل المفردات الواردة في دليل مراجعة الفصل التي تمثل كل عبارة:

1. مادة كيميائية تنتجها الخلايا البلازمية (B) استجابة لتأثير مولد الضد.

### الجسم المضاد

2. خلية تنشط الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية القاتلة (T).

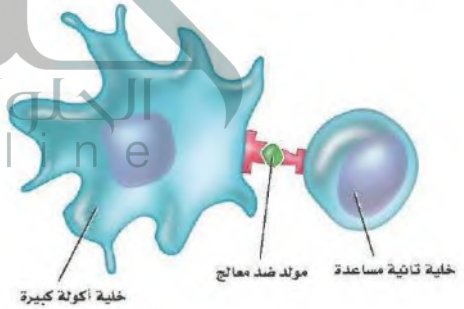
### الخلية التائية للمساعدة

3. نوع من خلايا الدم البيضاء ينتج في النخاع العظمي، ويشمل الخلايا البلازمية (B) والخلايا التائية (T).

### الخلية الليمفية

### تثبيت المفاهيم الرئيسية

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 4 و 5.



4. ما نوع الاستجابة المناعية الممثلة في الشكل أعلاه؟

a. جينية.

b. غير متخصصة.

c. متخصصة.

d. هرمونية.

5. تعرض الخلية التائية المساعدة مولد الضد الخاص بها لمساعدة:

a. مسبب المرض.

b. النخاع العظمي.

c. الخلية البلازمية (B).

d. الغدة الزعترية.

6. خط الدفاع الأول في الجسم ضد المرض المعدي هو:

a. الخلية التائية المساعدة.

b. الجسم المضاد.

c. الجلد.

d. البلعمة.

7. ما دور البروتين المتمم الموجود في البلازما في الاستجابة المناعية؟

a. يعزز البلعمة.

b. ينشط الخلايا البلعمية.

c. يعزز تدمير مسبب المرض.

d. جميع ما ذكر.

8. تُنتج الخلايا الليمفية أفي:

a. نخاع العظم.

b. الغدة الزعترية.

c. الطحال.

d. العقد الليمفية.

ج٩: تنضج الخلايا التائية (بعد إنتاجها في نخاع العظم) داخل الغدة الزعترية

ج١٠: استجابة جهاز المناعة غير المتخصصة سريعة جداً وتبدأ مباشرة بعد دخول المخلوق الحي الدقيق إلى الجسم، في حين أن استجابة المناعة المتخصصة أكثر فاعلية في حماية الجسم من مسببات المرض المحددة

#### تقديم إضافي

١٣. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب حواراً تقارن فيه بين جهاز المناعة وبين قلعة ما هاجمها الغزاة من منطقة مجاورة.

#### أسئلة المستندات

يمثل الجدول الآتي فاعلية استعمال التطعيمات لمنع انتشار المرض. هناك انخفاض كبير في عدد حالات الأمراض بعد استعمال التطعيمات.

المرض	العدد الأقصى للحالات في سنة ما	عدد الحالات في عام 1999	نسبة التغير %
الحصبة	894,134	60	-99.99
النكاف (أبو كعب)	152,209	352	-99.77
شلل الأطفال	21,269	0	-100
الكزاز	1560	33	-97.88
التهاب الكبد B	26,611	6495	-75.59

استخدم الجدول السابق للإجابة عن الأسئلة الآتية

١٤. أي الأمراض أكثر انتشاراً من حيث نسبة التغير الكبرى؟

شلل الأطفال

١٥. أظهر مرض الكزاز هبوطاً مديداً بعد التطعيم ضده.

مسبب مرض الكزاز بكتيريا توجد دائماً في التربة

١٦. مثل بيانات نسبة التغير في عدد الحالات نتيجة التطعيم لكل مرض من الأمراض.

يترك للطالب

٩. إجابة قصيرة. صف كيف ترتبط الغدة الزعترية (الليموسية) مع تطوير المناعة؟

١٠. نهاية مفتوحة. قوّم لماذا يحتاج الجسم إلى كلٍّ من الاستجابة المناعية المتخصصة وغير المتخصصة.

#### التفكير الناقد

١١. نظم. سلسلة من الخطوات التي تحدث لتنشيط استجابة الأجسام المضادة لبكتيريا الكزاز.

١٢. قارن. بين دور الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة في استجابة المناعة المتخصصة.

ج١١: تبتلع الخلية البلعمية مولد الضد ومعالجة من بكتيريا الكزاز، ثم تضع قطعة منه على سطحها وتعرضه للخلايا التائية المساعدة التي تقوم بدورها بتعريض مولد الضد المعالج للخلايا البائية لتنشيطها وإنتاج الأجسام المضادة ضد مرض الكزاز ج١٢: يتمثل دور الخلايا التائية المساعدة في تنشيط كل من الخلايا البائية والخلايا التائية القاتلة بتعريضها لمولد الضد المعالج أما دور الخلايا التائية القاتلة فيتمثل في إفراز السيتوكينات وقتل مسببات المرض بعد تنشيط الخلايا التائية المساعدة لها

4. يؤدي هرمون الإستروجين في أثناء بلوغ الإناث إلى:
- تغيرات في جسم الأنثى.
  - نضج البويضات في المبيضين.
  - الانقسام المنصف لإنتاج البويضة.
  - إطلاق البويضات الناضجة.
5. أي الجمل الآتية صحيحة فيما يتعلق بالزائدة الدودية؟
- تمتص كربونات الصوديوم واليودوجينية لمعادلة الحموضة.
  - ليس لها وظيفة معروفة في الجهاز الهضمي.
  - تساعد على تحليل الدهون.
  - تفرز الأحماض لتساعد على تحليل الغذاء.
- استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 6.

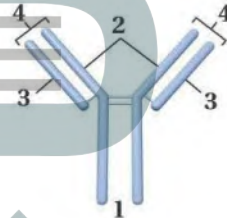


6. أي من التراكيب الآتية تمثل الرمز A في الرسم أعلاه؟
- الغدة النخامية.
  - الغدة فوق الكظرية.
  - الغدة الدرقية.
  - الغدة جارات الدرقية.

1. تتحلل الكربوهيدرات المعقدة في الجهاز الهضمي إلى:

- حموض أمينية.
- حموض دهنية.
- سكريات بسيطة.
- نشأ.

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. يمثل الشكل أعلاه التركيب الأساسي للجسم المضاد. فأأي أجزاء هذا الشكل يتوافق مع موقع ارتباط مولد الضد؟

- 1
- 2
- 3
- 4

3. يُعد الجزءان 2 و 3 ضروريين لتكوين الأجسام المضادة لأنهما:

- يسمحان بتكون عدد هائل من الأجسام المضادة المحتملة.
- يتكونان بواسطة الخلايا التائية في الجهاز المناعي.
- يساعدان على تقليل عدد الأجسام المضادة المتكونة.
- يساعدان على تحفيز الاستجابة الالتهابية.



## ج8: تتنوع الإجابات، تمتص الأمعاء الغليظة الماء الزائد من فضلات الطعام على بكتيريا تنتج فيتامينين وبعض فيتامينات ك يتم ضغط الفضلات والتخلص منها إلى خارج الجسم بواسطة الأمعاء الغليظة

ولدينا الآن مخلوقات كانت تسبب عسراً في المثة من أمراض الإنسان في الماضي، لكنها تسبب الآن 20 أو 30 في المثة من الأمراض التي نراها. لقد غيرنا وجه الأرض بكامله باستعمال هذه المضادات الحيوية".  
استعن بالمعلومات في الفقرة أعلاه في كتابة مقالة تجيب عن السؤال الآتي:

11. كما توقع لابي في عام 1981، أصبح العديد من مسببات الأمراض مقاوم للعلاج بالمضادات الحيوية الأرض والأدوية القوية الأخرى. فهل غيّرت المضادات الحيوية الأرض نحو الأفضل أم نحو الأسوأ؟ اكتب مقالة، تناقش فيها مزايا المضادات الحيوية المستخدمة في الوقت الحالي ومساوئها.

7. أي التحولات الآتية من مراحل الحياة التي يحدث فيها البلوغ؟  
a. من المراهقة إلى البلوغ.  
b. من الطفولة إلى المراهقة.  
c. من الجنين إلى الرضيع.  
d. من البويضة المخضبة إلى الجنين.

### أسئلة الإجابات القصيرة

8. وضح وظيفة الأمعاء الغليظة.  
9. فسر كيف أن تناول المضادات الحيوية التي تخفف الحمى تؤخر شفاؤك من الالتهابات بدلاً من تسريعه.

### أسئلة الإجابات المفتوحة

10. قارن بين إنتاج الخلايا المنوية والبويضات في الإنسان أثناء الانقسام المنصف.

خلال الانقسام المنصف؛ فإن الخلايا الناتجة عن الانقسامات تؤدي إلى تكوين الخلايا الجنسية؛ ففي الذكور، ينتج أربعة خلايا، أما في الإناث فينتج بويضة واحدة فقط وجسم قطبي واحد يتحلل فيما بعد، ويتكون الجسم القطبي الثاني بعد الإخصاب

ج9: تتنفس الزواحف بانبساط وانقباض القفص الصدري وجدار الجسم لتحريك الهواء إلى داخل وخارج الرئتين، وهي طريقة فعالة في إدخال الأوكسجين إلى الرئتين وإخراج ثاني أكسيد الكربون من الرئتين، وهذا يعني وجود كميات كافية من الأوكسجين اللازم لنشاط العضلات

ج ١١: يجب أن يُدعم الموقف الذي يتخذه الطالب بمعلومات حول المضادات الحيوية وجهاز المناعة، نجحت المضادات الحيوية في محاربة الأمراض البكتيرية ولولا ذلك لبقيت هذه الأمراض دون علاج، يمكن علاج الأمراض بسهولة بأنواع معينة من المضادات الحيوية؛ كما يمكن شفاء العديد من أمراض الطفولة والأمراض الخطيرة الأخرى مثل التدرن الرئوي، ومن ناحية أخرى، فقد أسيء استخدام المضادات الحيوية، فكثيراً ما توصف خطأ لعلاج الأمراض، وتستمر السلالات المقاومة للمضادات الحيوية لأمراض معينة في التغير وبعض الأمراض المقاومة للمضادات الحيوية لا يمكن علاجها بفاعلية بأي من المضادات الحيوية؛ لذا أصبحت تُحرف بوصفها أمراضاً مقاومة، وأصبحت أخطر بما كانت عليه وعلى الرغم من عدم ارتفاع أسعار المضادات الحيوية إلا أن تطوير أدوية جديدة لعلاج الأمراض المقاومة للمضادات الحيوية يمكن أن يكون عالي التكلفة



هيكل عظمي لضفدع



هيكل عظمي لدجاجة