

النشاط 1: وسائل الدفاع غير النوعية: الاستجابة الالتهابية

يميز الجسم بين ما هو ذاتي فلا يحاربه وما هو غير ذاتي فيتصدى له لإبادة وإبطال مفعوله، هذا التصدي يبدأ بتدخل حواجز طبيعية تمنع تسرب الجراثيم كما تنشأ ردود فعل أخرى مثل التهاب موقع الإصابة. فما هي مختلف الحواجز الطبيعية التي تمنع دخول الجراثيم للجسم؟ وما هي أعراض الاستجابة الالتهابية؟ وكيف تتدخل لمنع تسرب الجراثيم للجسم؟

الوثيقة 2: أعراض الاستجابة الالتهابية

عندما جُتاز الجراثيم الحواجز الطبيعية إثر جرح أو وخز، يتطور الجرح إلى التهاب محلي. يبين الشكلان أسفله أعراض الاستجابة الالتهابية.

9 بداية الإستجابة الإلتهابية

8 دخول الجراثيم إثر جرح

الوثيقة 1: حواجز الجسم الطبيعية ضد الجراثيم

حواجز ميكانيكية

حواجز كيميائية

حواجز بيوكيميائية

حواجز إيكولوجية

دموع

إفرازات العرق

عصارة معدية

فلورة معوية

إفرازات الأجهزة التناسلية

حواجز الجهاز التنفسي

أغشية مخاطية

الجلد

الوثيقة 3: مسببات الالتهاب: دور الهيستامين

لاحظ **Loewi** سنة 1926 أن أعراض الالتهاب تكون متشابهة رغم تنوع مسبباتها مما دفعه إلى الافتراض بأن الالتهاب ينتج عن تحرير مواد كيميائية في موقع الإصابة الجرثومية واقترح اسم الهيستامين **L'histamine** لهذه المادة الالتهابية وقد تم اكتشاف نوع من الكريات البيضاء تسمى الخلايا البدينة = الخلايا العمادية؛ تكون منتشرة في أنسجة الجسم وتتدخل في ردود الفعل الالتهابية. يهتل الشكلان جانبه بنية خلية بدينة قبل غزو جرثومي وبعده. استخلص **Werle** سنة 1936 مادة الهيستامين من نسيج مصاب وبين أن حقتها تحت الجلد يؤدي إلى ظهور أعراض الالتهاب في مكان الحقن.

قبل

بعد

الموسائط الالتهابية	المصدر الرئيسي	التأثير البيولوجي
الهيستامين	الخلايا البدينة والمحبيبات والقعدات	تمدد جدار الأوعية الدموية والزيادة في النفاذية وتضييق المسالك التنفسية
الكينين	الصفائح الدموية	الزيادة في نفاذية الأوعية الدموية
البروستاغلاندين	الخلايا البدينة النسيجية	الاجتذاب الكيميائي للوحيدات
C5a . C3a	جهاز عامل التكملة	

الوثيقة 4: بعض الوسائط الكيميائية المتدخلة في الاستجابة الالتهابية

عامل التكملة هو مركب أنزيمي يتكون من عدة بروتينات بلازمية نشيطة يرمز لها بـ **C1 . C2 . C3 . C3a . C5a** إلى **C9** يتم تركيبها من طرف عدة أنسجة كالكلب، الطحال، الأمعاء... وتشكل 10% من البروتينات البلازمية. تكون هاته البروتينات بشائر أنزيمية غير نشيطة، لكن خلال الاستجابة المناعية غير النوعية يتم تنشيطها بواسطة مولد المضاد بطريقة تعاقبية تسلسلية حيث يحفز منتج كل تفاعل التفاعل الموالي له.

الوثيقة 5: دور عامل التكملة في الاستجابة المناعية غير النوعية

الشكل 1: مراحل تنشيط عامل التكملة وتشكل مركب الهجوم الغشائي

الشكل 2: صورة بالمجهر الإلكتروني تظهر مركب الهجوم الغشائي (CAM) في غشاء بكتيريا E.coli

الشكل 3: كرية بيضاء، شعيرة دموية، بطانة، انتساح، انجذاب، بؤرة الالتهاب، **C5a**

الشكل 4: مولد المضاد، عامل التكملة **C3b**، مستقبل **C3b**، تثبيت ثم ابتلاع، بلعمية، هضم، تعميم **opsonisation**

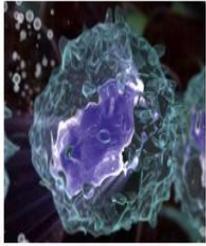
- التعليمات**
1. انطلاقا من مكتسباتك وباستغلال معطيات الوثيقة 1، أذكر مختلف الحواجز الطبيعية التي تمكن الجسم من منع تسرب الجراثيم لداخله مبينا كيفية تدخل كل حاجز.
 2. من خلال معطيات الوثيقة 2 ومكتسباتك، حدد مختلف أعراض الاستجابة الالتهابية موضحا دورها في مقاومة الجراثيم.
 3. من خلال معطيات الوثيقة 3، استنتج دور الهيستامين في الاستجابة الالتهابية وانطلاقا من معطيات الوثيقة 4 بين دور كل الوسائط الكيميائية الأخرى.
 4. باستغلال معطيات الوثيقة 5 عرف عامل التكملة واستخرج من الشكل 1 مختلف وظائفه وبعلاتماد على الأشكال 2، 3، و 4 بين كيفية حدوث كل وظيفة.

النشاط 2: وسائل الدفاع غير النوعية: البلعمة

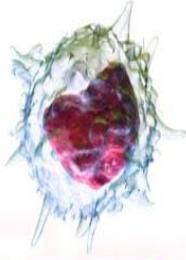
خلال الاستجابة الالتهابية تتدخل للقضاء على الجراثيم عدة أصناف من الخلايا المناعية ومن أهم طرق تدخل تلك الخلايا البلعمة. فما هي مختلف أصناف الخلايا المتدخلة في الاستجابة الالتهابية وما دور كل واحدة منها في ظاهرة البلعمة؟ وما هي آلية وظروف حدوث البلعمة؟

الوثيقة 1: الخلايا المناعية المتدخلة في الاستجابة الالتهابية

أصناف الخلايا المناعية المتدخلة في المناعة غير النوعية: الوحيدات Monocytes



بلعمية كبيرة

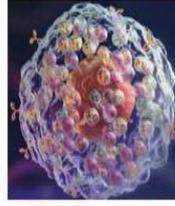


وحيدة

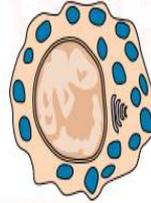


موقع فضاء علوم الحياة و الأرض

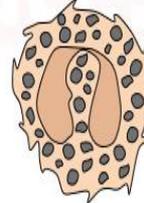
أصناف الخلايا المناعية المتدخلة في المناعة غير النوعية: المُحبَّبات Granulocytes



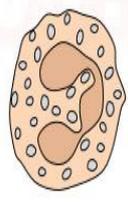
خلية بيضاء



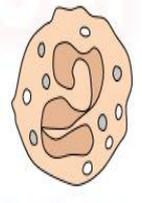
حمضة



معددة



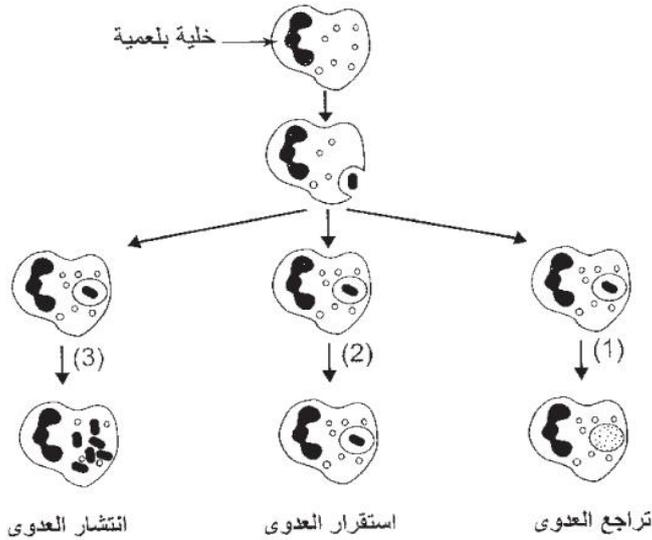
عدلة



موقع فضاء علوم الحياة و الأرض

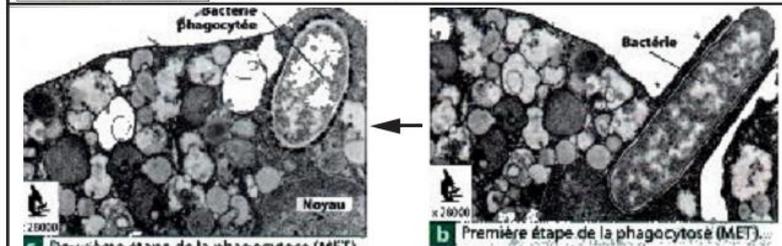
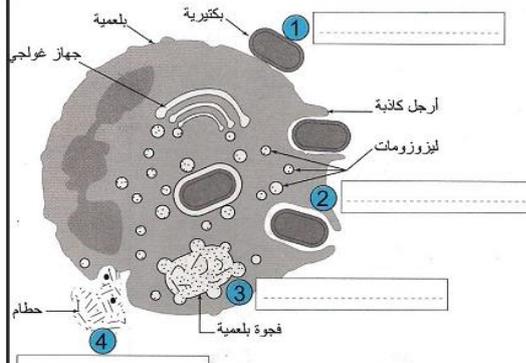
الوثيقة 2: آلية البلعمة

تؤدي البلعمة غالباً إلى انحلال مولد المضاد (الحالة 1) لكن يمكن حدوث الحالتين (2) و (3) إذا كان هناك عجزاً أنزيمياً أو بكتيرية مقاومة.



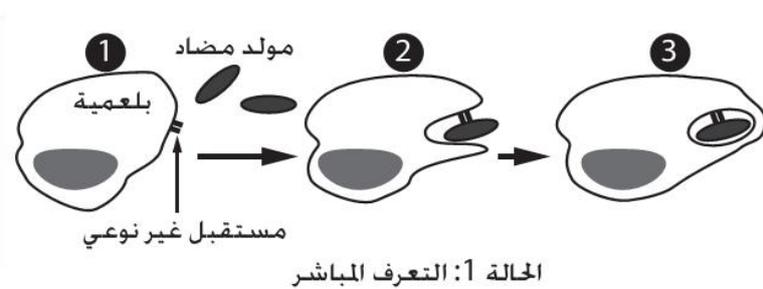
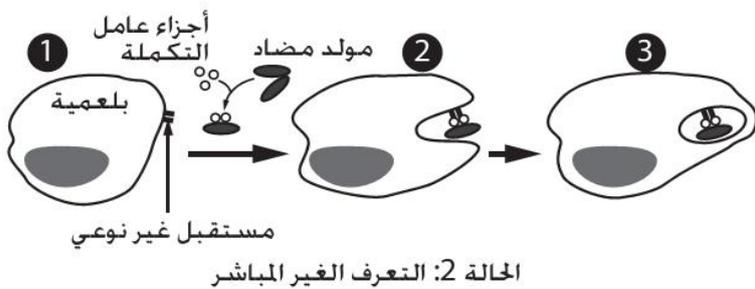
الشكل 3: مراحل البلعمة ملاحظة بالمجهر الإلكتروني

الشكل 1: رت. مراحل البلعمة



الشكل 2: مراحل البلعمة ملاحظة بالمجهر الإلكتروني

الشكل 4: تمثل الرسوم التخطيطية التالية مراحل البلعمة في حالتين مختلفتين و ذلك بتدخل عامل التكملة أو غيابه

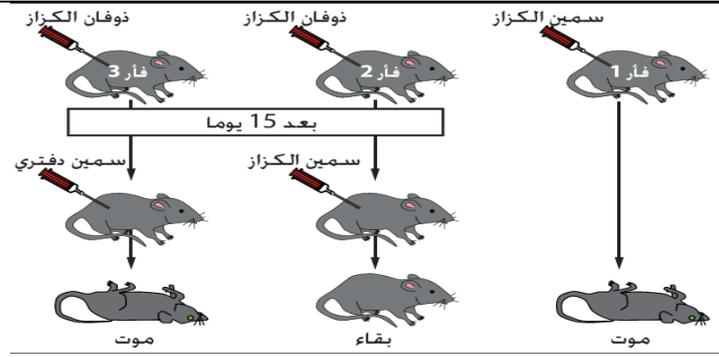


التعليمات

1. انطلاقاً من معطيات الوثيقة 1، صف مختلف الخلايا المناعية المتدخلة في الاستجابة المناعية غير النوعية.
2. باستغلال الشكلين 1 و 2 من الوثيقة 2، صف مراحل البلعمة و بالاستعانة بمعطيات الشكل 3، بين نتائجها المحتملة.
3. قارن البلعمة في حالة التعرف المباشر والتعرف غير المباشر كما يوضح الشكل 4.
4. انطلاقاً من كل ماسبق (النشاط 1 و 2) أنجز خطاطة توضح فيها آلية الاستجابة المناعية غير النوعية (العلاقة بين الوسائط الكيميائية والخلوية التي تنشط مع الاستجابة الالتهابية وتتدخل في البلعمة).

النشاط 3: وسائل الدفاع النوعية (الاستجابة المناعية النوعية): خصائصها

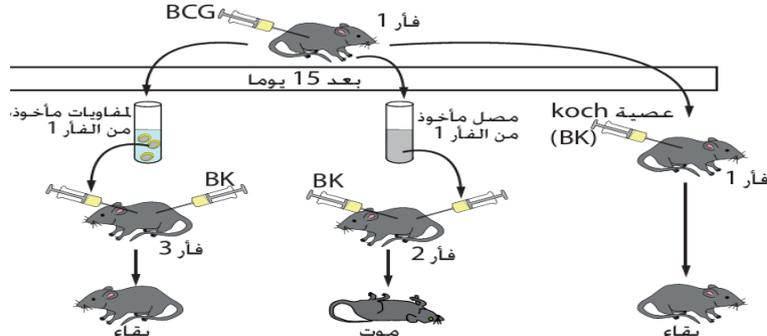
يعتبر التلقيح من أهم طرق الوقاية من الأمراض حيث يؤدي تلقيح الفرد إلى إكسابه مناعة خاصة تستطيع القضاء على الجراثيم الخطيرة عند الإصابة بها فأي وقت، فماهي تلك المناعة التي يكتسبها التلقيح وكيف يحتفظ بها الفرد مدة طويلة؟



احزاز مرض ناجح عن بكتيريا تسمى Clostridium tetani تفرز مادة سامة تسمى سمين الكزاز تؤدي إلى تقلصات غير طبيعية للعضلات الهيكلية و من ثم إلى الموت. تلخص الوثيقة جانبه مجموعة من التجارب أجريت للكشف عن الوسائل التي يستعملها الجسم لمقاومة بكتيريا الكزاز.

ملحوظة: الذوفان هو سمين فقد قدرته الممرضة و احتفظ بقدرته على إثارة استجابة مناعية. كل الفئران لها نفس CMH

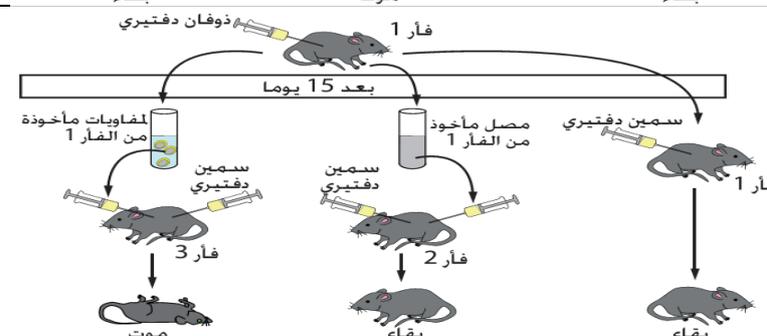
1 الوثيقة
الكشف
عن
خاصية
النوعية
في
المناعة
المكتسبة



السل هو مرض تسببه بكتيريا تسمى عصيات Koch و تصيب الرئتين. تلخص الوثيقة جانبه بعض التجارب التي أجريت للكشف عن كيفية مقاومة الجسم لهذه البكتيريا.

ملحوظة: BCG هو شكل وهن غير مرض لهذه العصية (BCG= bacille de Calmette et Guérin) و BK : bacille de Koch كل الفئران لها نفس CMH

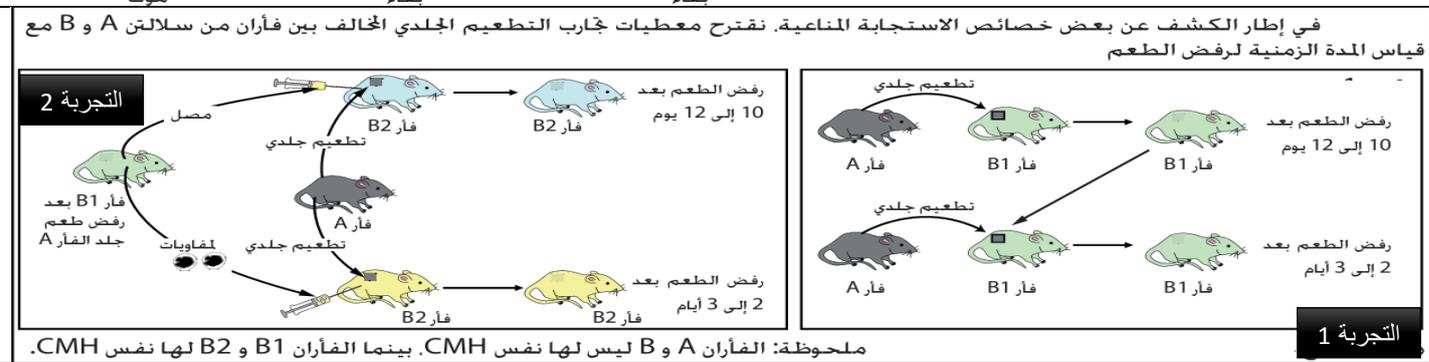
2 الوثيقة
الكشف
عن
الوسائط
المتدخلة
في
الاستجابة
المناعية
النوعية



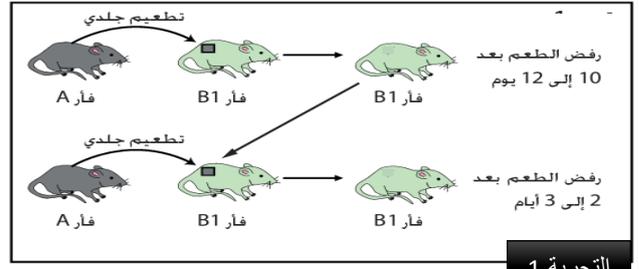
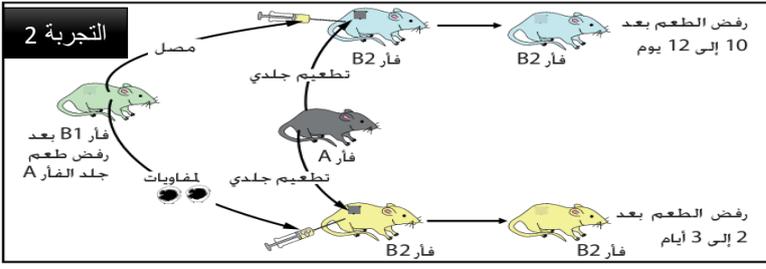
في إطار دراسة مرض الدفتيريا نقتح معطيات التجارب الممثلة في الوثيقة جانبه.

كل الفئران لها نفس CMH

3 الوثيقة
الكشف
عن
الوسائط
المتدخلة
في
الاستجابة
المناعية
النوعية



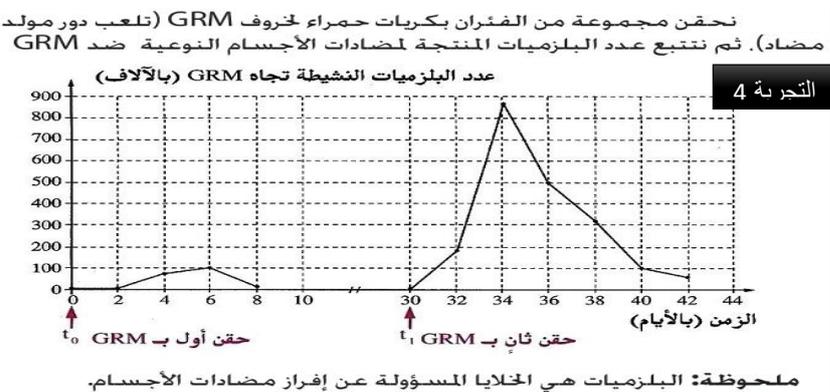
في إطار الكشف عن بعض خصائص الاستجابة المناعية، نقتح معطيات تجارب التطعيم الجلدي الخالف بين فأران من سلالتين A و B مع قياس المدة الزمنية لرفض الطعم



ملحوظة: الفأران A و B ليس لها نفس CMH. بينما الفأران B1 و B2 لها نفس CMH.

التجربة 1

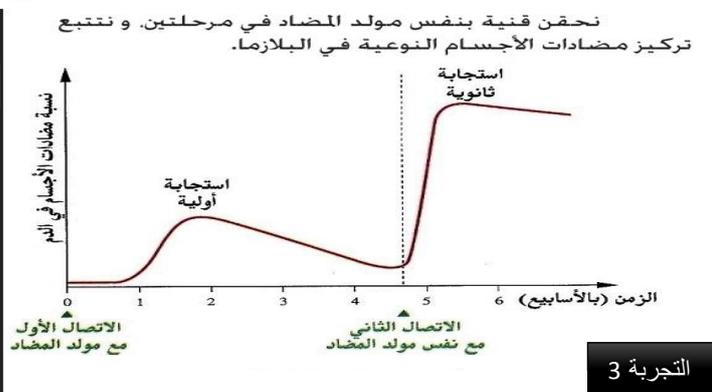
لكشف عن بعض خصائص الاستجابة المناعية، نقتح المعطيات التالية:



التجربة 4

نحقن مجموعة من الفئران بكريات حمراء خروف GRM (تلعب دور مولد مضاد). ثم نتتبع عدد البلازيمات المنتجة لمضادات الأجسام النوعية ضد GRM

ملحوظة: البلازيمات هي الخلايا المسؤولة عن إفراز مضادات الأجسام.



التجربة 3

نحقن قنية بنفس مولد المضاد في مرحلتين، و نتتبع تركيز مضادات الأجسام النوعية في البلازما.

ملحوظة: البلازيمات هي الخلايا المسؤولة عن إفراز مضادات الأجسام.

التعليمات

- صف نتائج التجربة الممثلة في الوثيقة 1. ماذا تستنتج بخصوص طبيعة الاستجابة المناعية المتدخلة؟
- تكشف التجريبتين الممثلتين في الوثيقتين 2 و 3 على ان المناعة النوعية تتدخل عبر مسلكين. أبرز ذلك وبين طبيعة كل مسلك.
- استنتج من خلال تحليل التجريبتين 1 و 2 من الوثيقة 4 الخصائص التي تتميز بها الاستجابة المناعية النوعية.
- من خلال معطيات التجربة 3، قارن الاستجابة الأولية والثانوية. كيف تفسر تلك النتائج؟
- من خلال تحليل نتائج التجربة 4، استنتج العناصر المتدخلة في الذاكرة المناعية.

النشاط 4: مكونات جهاز المناعة النوعية المكتسبة

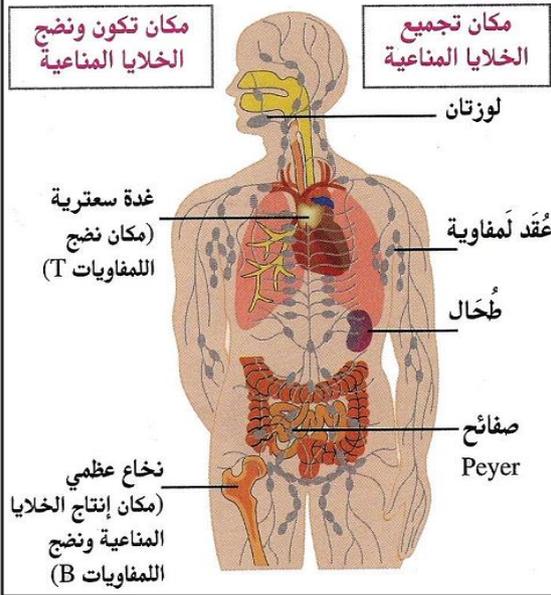
يتكون جهاز المناعة من عدة أنواع من الخلايا والأعضاء المنتشرة في كل أنحاء الجسم مما يمنحه القدرة على التصدي لمختلف "الهجومات" أينما كان موقعها

فماهي مكونات جهاز المناعة؟ وماهي الخلايا المناعية المتدخلة في الاستجابة المناعية النوعية؟

الأعضاء للمفاوية المحيطية

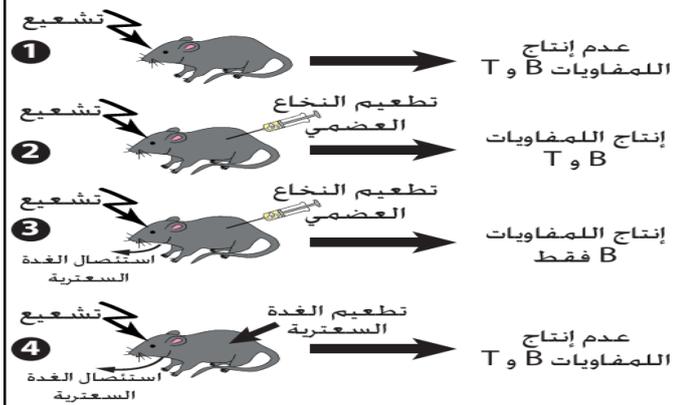
الوثيقة 2

الأعضاء للمفاوية المحيطية هي الأعضاء التي تتم على مستواها الاستجابة المناعية النوعية. إذ أن الكريات للمفاوية القادمة من الأعضاء الرئيسية تمر باستمرار من الأعضاء المحيطية في انتظار التقاء مرتقب مع مولد المضاد. تتكون هذه الأعضاء من: **العقد للمفاوية و الطحال و الأنسجة للمفاوية و اللوزتين و الزائدة الدودية**

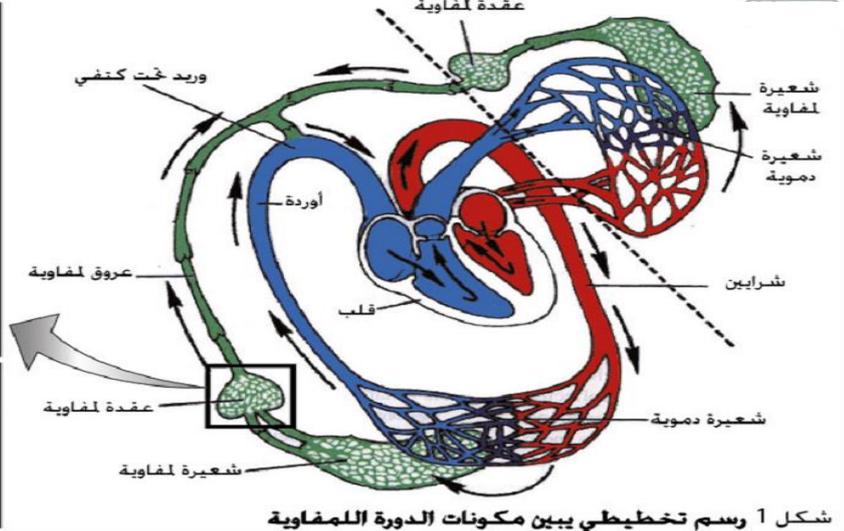


الوثيقة 1: الكشف عن الأعضاء المناعية المركزية

ننجز أربع عمليات تطعيم على أربع مجموعات من الفئران بعد تعريضها للتشعيع قصد قتل الخلايا السريعة الانقسام و خصوصا خلايا نخاع العظمي. و تبين الوثيقة أسفله الظروف التجريبية و النتائج المحصل عليها.



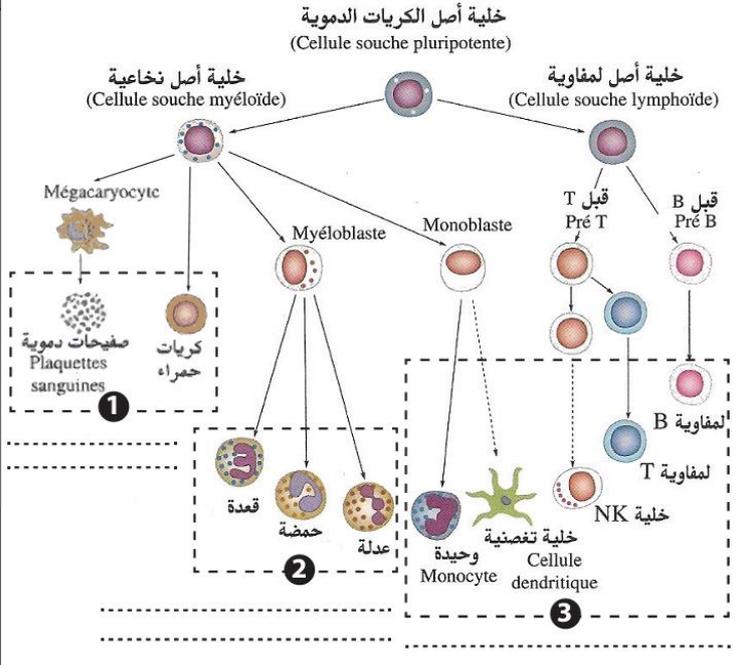
الوثيقة 3: الدورة للمفاوية (تذكير)



الوثيقة 5: أصناف الكريات البيضاء

كريات بيضاء متعددة النوى Polynucléaires		محببات Granulocytes			نوع الخلايا
Mononucléaires		Basophiles	Eosinophiles	Neutrophiles	
كريات لمفاوية Lymphocytes	الوحيدات Monocytes	فُعدات Basophiles	حمضات Eosinophiles	علائق Neutrophiles	فُدها ب/mm ³
7 - 8	14 - 20	9 - 10	10 - 12	10 - 12	
4000 - 1400	700 - 100	50 - 10	300 - 50	7000 - 2000	عدد الخلايا في mm ³ من الدم
حوالي 45% إلى 20%	3% إلى 7%	0% إلى 0.5%	1% إلى 3%	45% إلى 70%	
العدد الكلي هو حوالي 4000 عند ♂ و 10000 عند ♀					
النخاع العظمي أو كبد الحمل					
الدم و اللف والأعضاء للمفاوية المحيطية	الدم و اللف و تتحول إلى بلعيمات في الأنسجة	الدم و اللف و تتحول إلى خلايا بدنية في الأنسجة	الدم و اللف و الأنسجة	الدم و اللف و الأنسجة	مكان تواجدها
تدخل في الاستجابات المناعية النوعية	تتحول إلى بلعيمات تقوم ببلعمة العناصر الدخيلة	تنظم الاستجابات الانتهازية	تدمير الطفيليات	بلعمة و تدمير البكتيريا الدخيلة	دورها

الوثيقة 4: أصل الخلايا المناعية

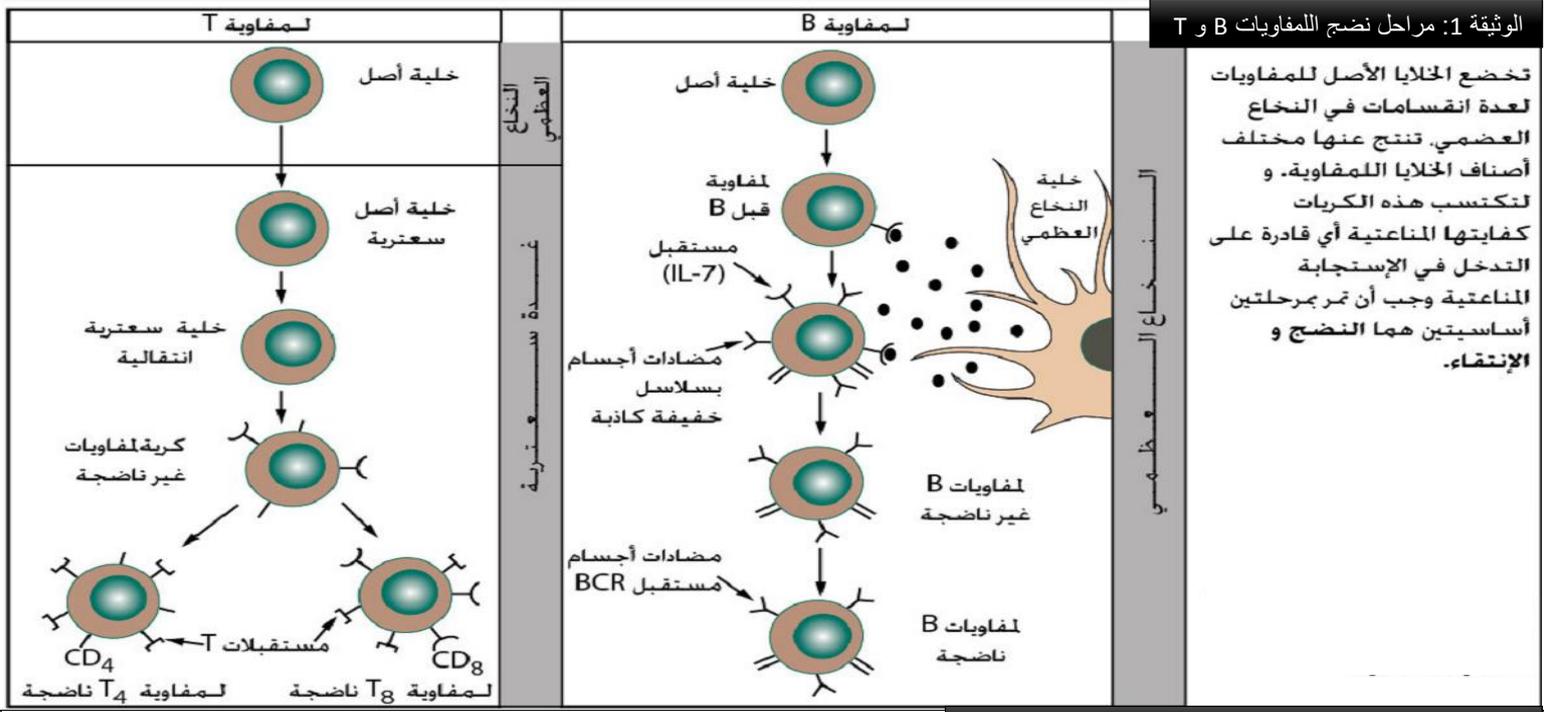


التعليمات

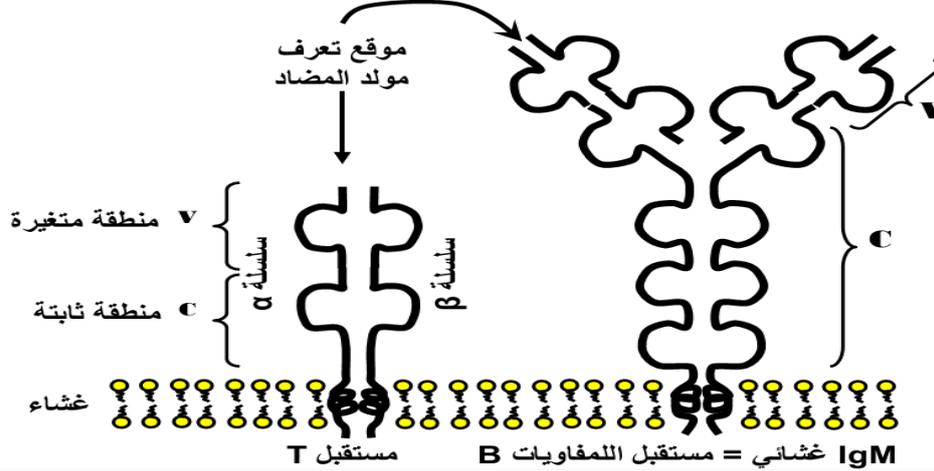
- استنتج من خلال تجارب الوثيقة 1 الأعضاء المناعية المركزية محددًا دور كل عضو.
- من خلال الوثيقة 2، تعرف على مكونات الأعضاء للمفاوية المركزية وباستغلال معطيات الوثيقة 3، بين كيف تتواصل تلك الأعضاء.
- من خلال الوثيقتين 4 و 5، صف مختلف الخلايا المناعية حسب أصلها ودورها. مبينا الخلايا المتدخلة في الاستجابة المناعية النوعية.

النشاط 5: الاستجابة المناعية النوعية: الكفاية النوعية

تعتبر للمفاويات T و B أساس الاستجابة المناعية النوعية ولاكتساب قدرتها على القضاء على العناصر الدخيلة تخضع تلك الخلايا لعدة تغيرات تكسبها في الأخير ما يسمى بالكفاية النوعية. فما هي مراحل اكتساب الكفاية النوعية بالنسبة لكل خلية؟



الوثيقة 2: البنية الجزيئية لمستقبلات للمفاويات B و T.



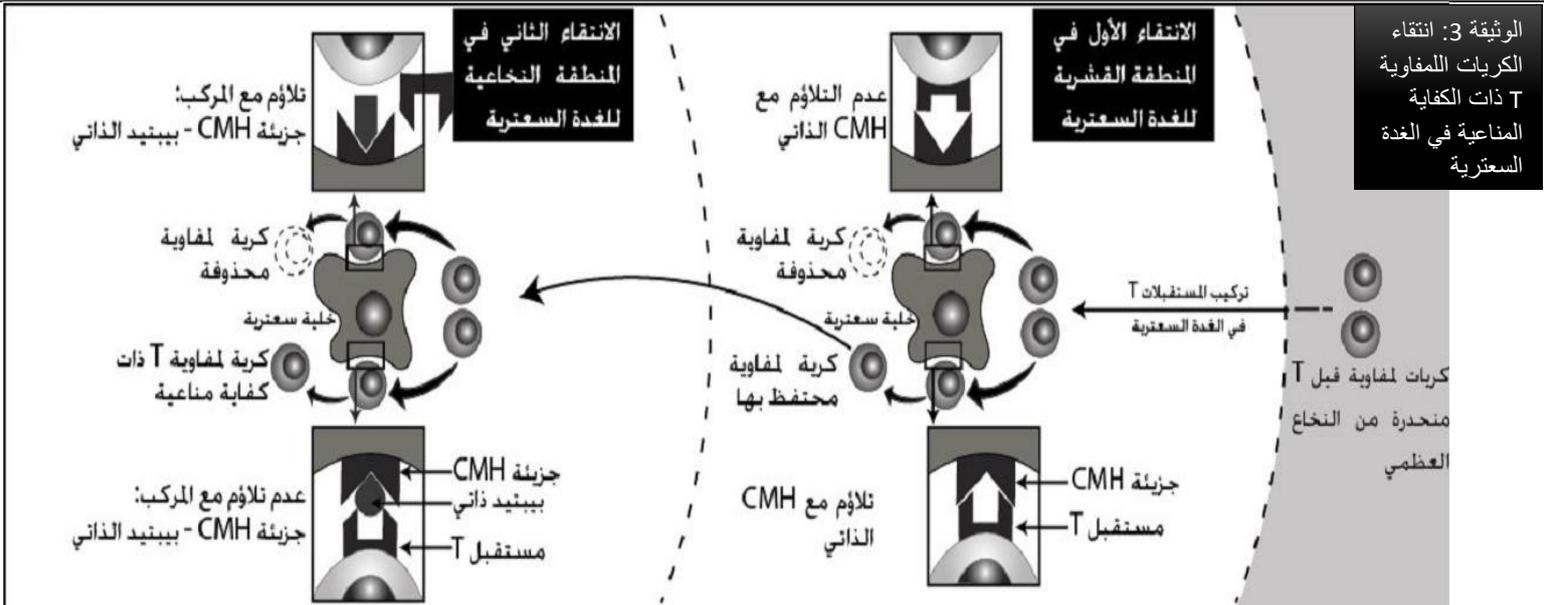
يتكون المستقبل T النوعي من سلسلتين بيبتيديتين، تحتوي كل واحدة منهما على:

- ✓ جزء ثابت (منطقة C) مدمج داخل الغشاء السيتوبلازمي للخلية T.
- ✓ جزء متغير (منطقة V) متجه نحو الخارج ومسؤول عن التعرف الثنائي على بروتين CMH والمحدد المستضدي.

لقد مكنت تقنيات معقدة من تمييز مجموعتين من الكريات للمفاوية T، حسب وجود أو عدم وجود جزيئات معينة على غشائها. فنميز بذلك:

- ✓ الكريات للمفاوية T₄: تحمل CD4 وقادرة على التعرف والارتباط بجزيئة CMH - II.
- ✓ الكريات للمفاوية T₈: تحمل CD8 وقادرة على التعرف والارتباط بجزيئة CMH - I.

الوثيقة 3: انتقاء الكريات للمفاوية ذات الكفاية المناعية في الغدة السعترية



التعليقات

1. انطلاقا من معطيات الوثيقة 1، بين كيف تكتسب للمفاويات B و T الكفاية النوعية.
2. تمييز مستقبلات للمفاويات النوعية. أبرز ذلك من خلال معطيات الوثيقة 2.
3. أثناء نضج للمفاويات يتم انتقاء للمفاويات ذات الكفاية النوعية. بين كيف يحدث ذلك مستعينا بمعطيات الوثيقة 3.

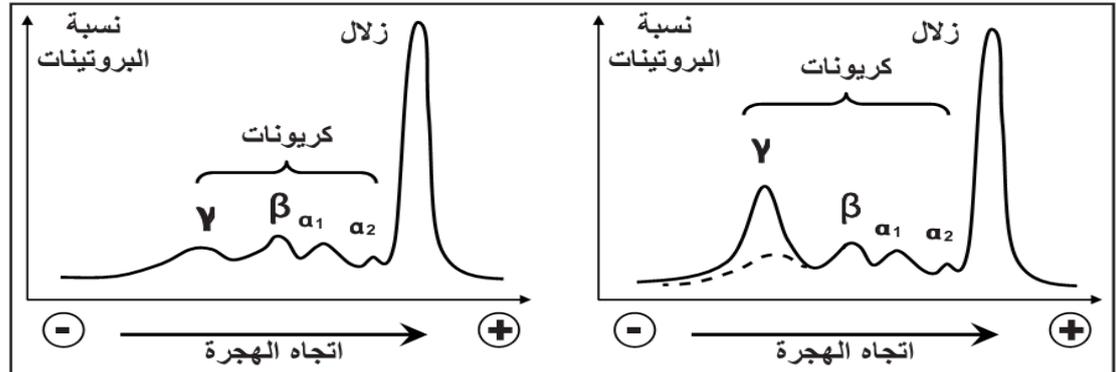
النشاط 7: الاستجابة المناعية ذات المسلك الخلطي

إضافة للمسلك الخلوي لمواجهة العناصر الدخلية، يؤدي دخول مولد مضاد معين الى الجسم الى إنتاج مضادات أجسام نوعية من طرف البلازيمات تقوم بالقضاء على الأجسام غير الذاتية ويسمى هذا بالمسلك الخلطي في الاستجابة المناعية. فما هي مميزات مضادات الاجسام؟ وما هي آلية تدخلها في الاستجابة المناعية؟

الوثيقة 1: الكشف عن طبيعة المادة الممنعة

تجربة 2: تم حقن حيوان غير ملقح ضد الكزاز بواسطة الكريونات γ بعد عزلها بواسطة التقنية السابقة (في التجربة 1). ثم نحقن بعد ذلك هذا الحيوان بسمين الكزاز. يبقى الحيوان حيا. و يعطي تحليل دمه وجود كريونات γ مثبتة على سمين الكزاز.

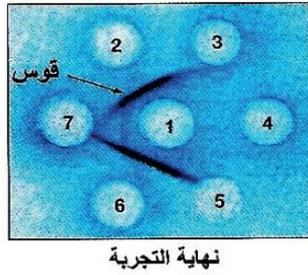
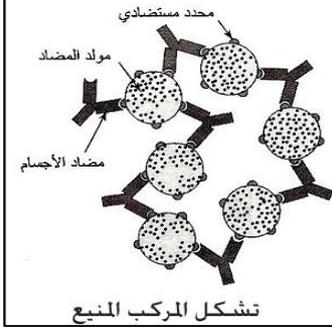
تجربة 1: نقيس نسبة بعض بروتينات المصل (كريونات Globulines) بواسطة تقنية الهجرة الكهربائية. وذلك قبل و بعد حقن حيوان بذوفان الكزاز. يمثل الشكلين 1 و 2 النتائج المحصل عليها.



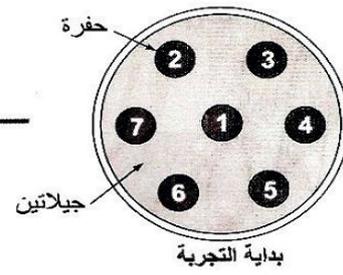
شكل 1: مصل قبل الحقن

شكل 2: مصل بعد الحقن بذوفان الكزاز

ننجز 7 حفر في علب بيثري بها جيلاتين (مادة تسمح بانتشار الجزيئات في جميع الاتجاهات). في الحفرة 1 نضع مصل قنية سبق أن حقنت بزلال مصلي للثور SAB وفي الحفر المحيطية نضع مولدات مضاد مختلفة.



نهاية التجربة



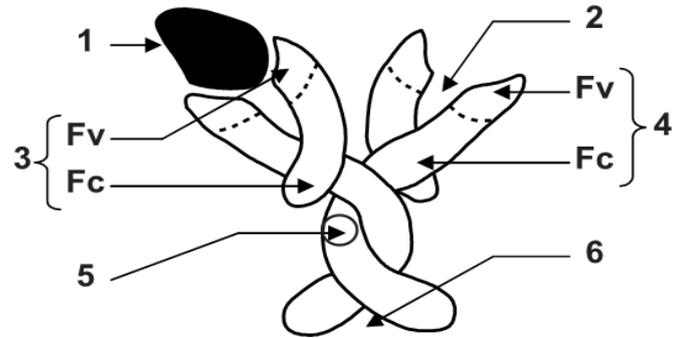
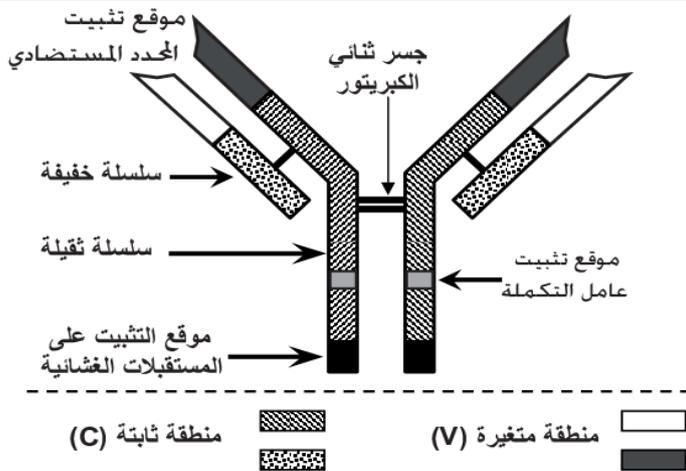
بداية التجربة

الوثيقة 2:

الكشف عن ارتباط المادة الممنعة بالمضاد

SAB : زلال مصلي للثور
1 : مصل قنية ضد SAB
2 : رشاحة SAB
3 : مصل حصان
4 : مصل قنية
5 : مصل خنزير
6 : مصل ثور
7 : مصل معزة

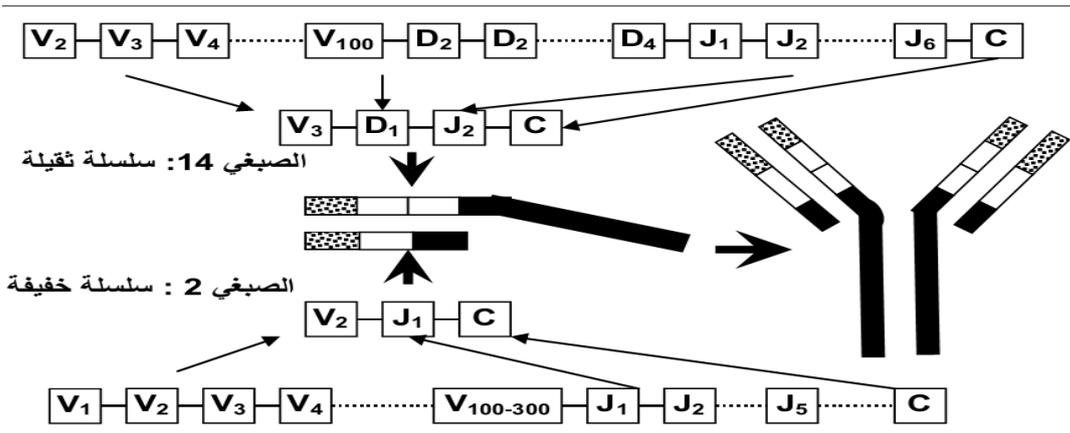
الوثيقة 3: بنية وأصناف مضادات الأجسام



رسم تخطيطي تفسيري لجزيئة مضاد الأجسام

أصناف مضادات الأجسام	% بالنسبة لمجموع Ig	أهم الخصائص
Ig D	آثار	- مضادات أجسام متحركة - تخرق المشيمة لحماية الرضيع - تثبت وتنشط بروتينات عامل التكملة
Ig E	آثار	- يوجد أساسيا في الإفرازات: الدموع، اللعاب، الحليب... - استجابة مناعية محلية...
Ig A	[15- 20]	- البنية الأحادية لـ IgM - تلعب دور مستقبلات غشائية للمفاويات B (BCR). - البنية الخماسية لـ IgM (قدرة عالية على إبطال مفعول مولد المضاد)...
Ig M	10	- مضادات أجسام متحركة - تخرق المشيمة لحماية الرضيع - تثبت وتنشط بروتينات عامل التكملة
Ig G	[70- 75]	- تتدخل في مقاومة الطفيليات. - التثبيت على القعدات والخلايا البدينة. - دور في الاستجابة الأرجية.

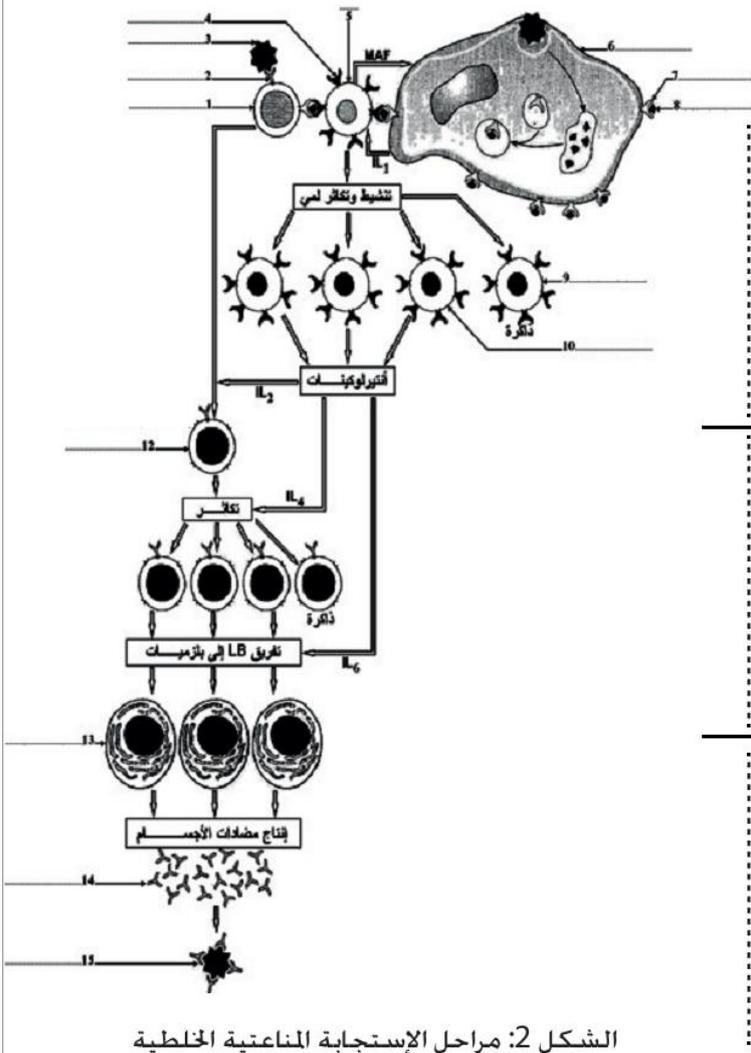
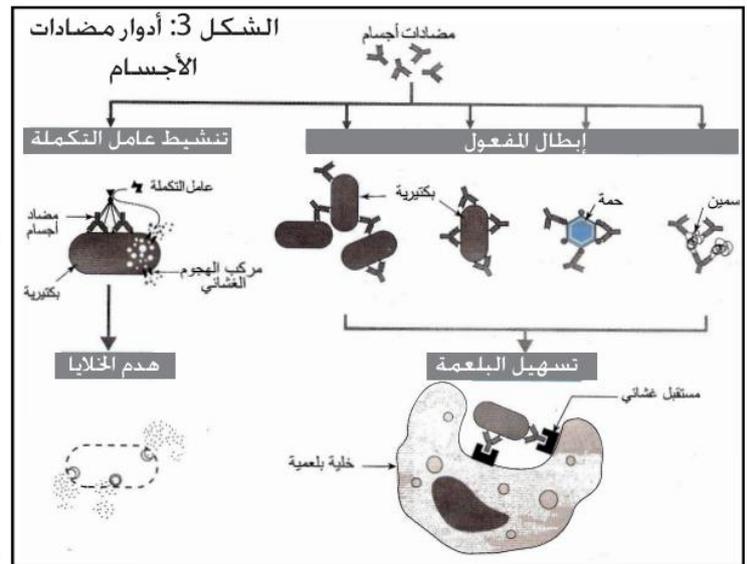
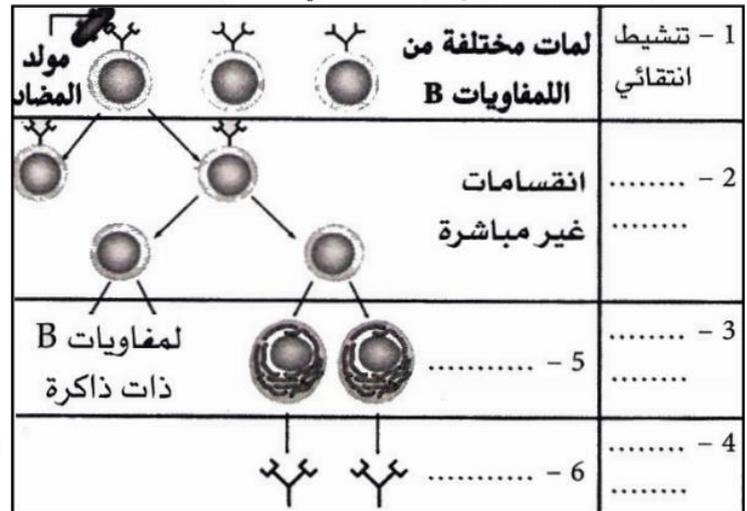
إن تركيب الكريون المناعي هو تحت رئاسة مورثتين، واحدة بالنسبة للسلسلة الثقيلة والأخرى بالنسبة للسلسلة الخفيفة. ويتم ذلك خلال مرحلة تضج الكريات للمفاوية B وقبل أي تماس مع مولدات المضاد. إن هذه المورثات تكون عند الكريات للمفاوية غير الناضجة على شكل أجزاء مشتتة على طول الصبغي. حيث يتم تجميعها قبل الاستنساخ حسب برنامج دقيق لكنه خاضع للصدفة.



- ★ تتألف المورثة المسؤولة عن تركيب السلسلة الثقيلة من أربعة أجزاء يشار إليها بالحروف C, J, D, V متموضعة على الصبغي 14
- ★ تتألف المورثة المسؤولة عن تركيب السلسلة الخفيفة من ثلاثة أجزاء يشار إليها بالحروف C, J, V متموضعة على الصبغي 2.
- ★ هناك عدة نسخ من الأجزاء V و D و J. وهذه المورثات هي المسؤولة عن تركيب المنطقة المتغيرة.
- ★ هناك نسخة واحدة من الجزء C، وهذه المورثة هي المسؤولة عن تركيب المنطقة الثابتة.

الوثيقة 5: آلية الاستجابة المناعية ذات وسيط خلطي

الشكل 1: رسم تفسيري للانتقاء اللمي للمفاويات B



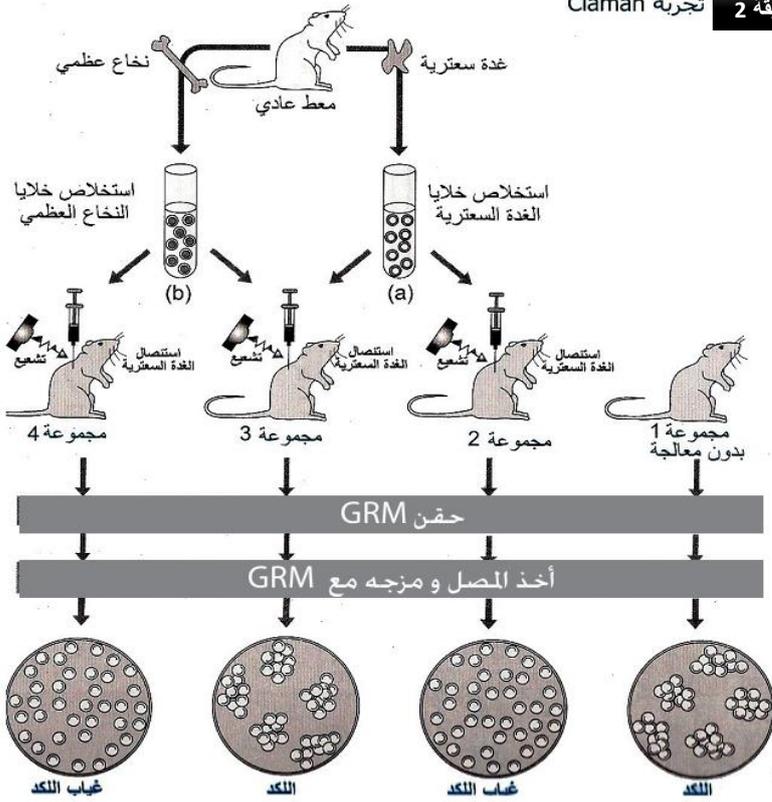
التعليمات

1. صف نتائج التجربة 1 الممثلة في الوثيقة 1 واقترح تفسيراً لها.
2. باستغلال معطيات التجربة 2 من الوثيقة 1 وإجابتك على السؤال السابق، ماذا تستنتج بخصوص طبيعة الاستجابة المناعة المتدخلّة؟
3. انطلاقاً من الوثيقة 2 وعلماً أنه عند ارتباط مولد المضاد بمضاد الأجسام يظهر في التحضير قوس يسهل رصده، فسر النتائج الملاحظة في نهاية التجربة.
4. باستغلال معطيات الوثيقة 3، صف بنية مضادات الأجسام وقرارن بينها.
5. باستغلال معطيات الوثيقة 4، بين لماذا تتميز مضادات الأجسام بالتنوع الوراثي.
6. من خلال معطيات الشكل 1 من الوثيقة 5، صف آلية الانتقاء اللمي للمفاويات B التي يمكنها إنتاج مضادات الأجسام.
7. انطلاقاً من معطيات الشكل 2 من الوثيقة 5، صف مراحل الاستجابة المناعية الخلطية.
8. لمضادات الأجسام عدة أدوار للتخلص من مولد المضاد. أبرزها انطلاقاً من معطيات الشكل 3 من الوثيقة 5.

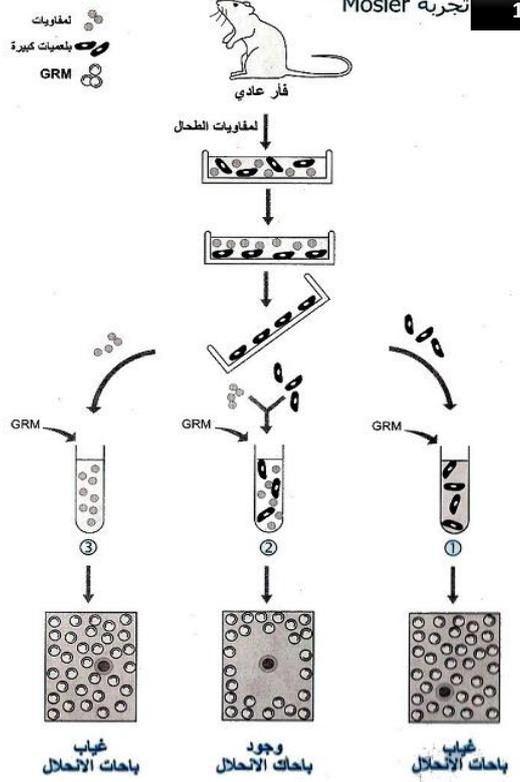
النشاط 8: التعاون الخلوي بين الخلايا المناعية

يتميز جهاز المناعة بوجود عدة أنواع من الخلايا المناعية ذات مظاهر ووظائف مختلفة والتي تتدخل بشكل متزامن في التصدي لغير الذاتي مما يعني أن هناك تعاون بينها. فكيف يحدث التعاون الخلوي أثناء الاستجابة المناعية؟

الوثيقة 2 تجربة Claman

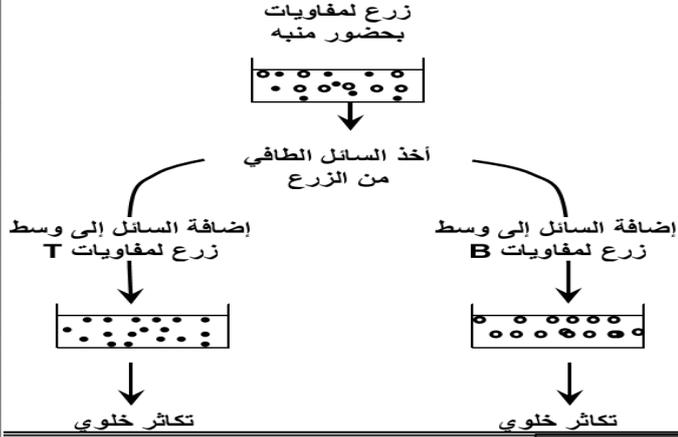


الوثيقة 1 تجربة Mosier

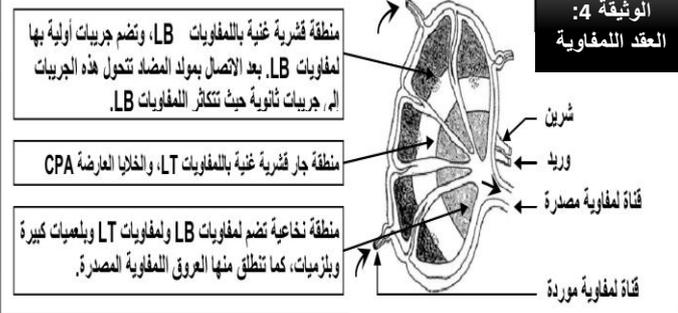


الوثيقة 3 الكشف عن تدخل الوسائط الكيميائية في التعاون بين الخلايا المناعية.

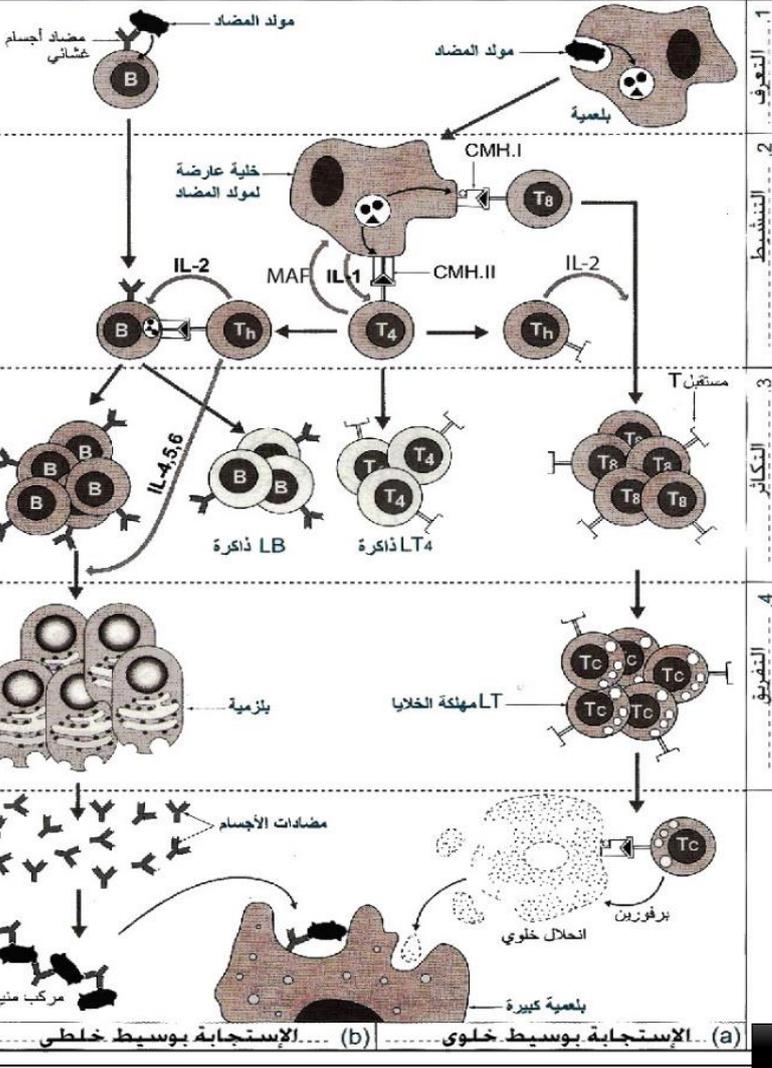
نزرع لمفاويات T، مأخوذة من شخص سليم، بحضور مواد منبهة، تلعب دور مولدات المضاد. نأخذ السائل الطافي للزرع، ثم نضيفه إلى وسطي زرع، الأول به لمفاويات T، والثاني به لمفاويات B. بين التحليل الكيميائي للسائل الطافي، وجود مادة كيميائية (الأنترلوكين 2)، كما بين التحليل الخلوي للمفاويات، أن الكريات اللمفاوية التي تفرز الأنترلوكين 2 هي T₄.



الوثيقة 4: العقد اللمفاوية



الوثيقة 5: رسم تفسيري للتعاون بين الخلايا



التعليمات

1. انطلاقا من تحليل نتائج التجريبتين الممثلين في الوثيقتين 1 و 2، ماذا تستنتج بخصوص شكل التعاون الملاحظ بين الخلايا المناعية؟
2. اعتمادا على معطيات الوثيقة 3، بين كيفية حدوث التعاون بين الخلايا المناعية.
3. باستغلال معطيات الوثيقتين 4 و 5 حدد مراحل التعاون الخلوي المؤدية لتنشيط الكريات اللمفاوية وبين كيف تساهم العقد اللمفاوية في ذلك التعاون.

د. محمد الشيباني