

المناعة في الكائنات الحية

العمل المهددة لحياة الكائن الحي :

(أ) مصادر حيوية :- مسببات الأمراض

(بعض الحشرات / الأوليات الحيوانية / الفطريات / البكتيريا / الفيروسات)

(ب) مصادر غير حيوية (الحوادث / الكوارث الطبيعية / اختلال عناصر البيئة المحيطة)

ج وفي مقابل ذلك :

□ آليات دفاع كل نوع من الكائنات الحية عن نفسه :-

(١) تغيير اللون بغرض التمويه

(٢) إفراز السموم لقتل الكائنات الأخرى

(٣) الجرى للهروب

الجهاز المناعي : The immune system (أولها الله الكائنات الحية)

طرق دفاعية متقنة لمواجهة ما يهدد الحياة من أخطار ويتم تغييرها لمواجهة أساليب العدو المختلفة

المناعة : Immunity

هى قدرة الجسم على مقاومة الإصابة بالأمراض

أو هى قدرة الجسم من خلال الجهاز المناعي على مقاومة مسببات المرض سواء كانت من خلال :-

١- منع دخول مسبب المرض جسم الكائن الحي

٢- مهاجمة مسببات المرض والأجسام الغريبة والقضاء عليها عند دخولها جسم الكائن الحي

يعمل جهاز المناعة وفق نظامين هما

١- المناعة الفطرية (الموروثة) :- innate immunity

٢- المناعة المكتسبة (التكيفية) :- Acquired immunity or adaptive immunity

□ وهذان النظامان يعملان بتنسيق مع بعضهما حيث أن :

المناعة الفطرية أساسية لكى تؤدي المناعة المكتسبة عملها بنجاح والعكس صحيح

وهذا الترابط يسمح للجسم بالتعامل مع الكائنات الممرضة

أولاً: المناعة فى النبات

مسببات المرض والموت عند النبات : يمكن حصرها فى ٣ أسباب رئيسية هى :

(١) الأعداء الخطرة	(٢) الظروف غير الملائمة	(٣) المواد السامة
تشمل (حيوانات الرعى / الحشرات / الفطريات / البكتيريا / الفيروسات ... الخ)	كالحرارة العالية / البرودة الزائدة / نقص أو زيادة الماء / نقص العناصر الغذائية غير الملائمة)	كالدخان / الأبخرة السامة / المبيدات الحشرية / الصرف الصحى غير المعامل (غير المعالج) / ما يتدفق من المصانع وغيرها إلى الأنهار ومياه الرى
وتسبب أضراراً بالغة قد تودى بحياة النبات أو ينشأ لو علاجها بزوال السبب عنها أمراضاً خطيرة	ينشأ عنها أضراراً يمكن تلافيها	ينشأ عنها أضراراً يمكن تلافيها أو علاجها بزوال السبب وإن كان بعضها قد تكون قاتلة للنبات

طرق المناعة فى النبات :-

تحمى النباتات نفسها من مسببات المرض من خلال طريقتين :

(١) المناعة التركيبية : بانجاز بعض الأليات من خلال تراكيب يمتلكها النبات

(٢) المناعة البيوكيميائية : استجابات لإفراز مواد كيميائية

كما أن الإنسان نظراً لأهمية النبات له يستعمل طرق ويستحدث وسائل تعمل على حماية ووقاية النباتات من الأمراض مثل:

- (أ) استعمال مبيدات الأعشاب الضارة ومقاومة الحشرات بطرق مختلفة
- (ب) أو حث النباتات على مقاومة الأمراض فيما يعرف بالمناعة المكتسبة
- (ج) انتاج سلالات نباتية مقاومة للأمراض والحشرات من خلال التربية النباتية أو استخدام الهندسة الوراثية

لاحظ: يمكن أن تنتقل مركبات تنشيط الحماية والمقاومة من خلية لأخرى وبطريقة منتظمة من خلال جهاز النقل فى النبات (الذى يقابل الأوعية الدموية فى الحيوانات)

أولاً: المناعة التركيبية :- Structural immunity

حواجز طبيعية تمثل خط الدفاع الأول لمنع المسببات المرضية من الدخول إلى النبات وانتشار المرض بداخله

وتشمل المناعة التركيبية نوعين :

أ) المناعة التركيبية الموجودة سلفاً في النبات

وتتمثل في :-

١- الأدمة الخارجية لسطح النبات

تمثل حائط الصد الأول وقد :

أ) تغطي بطبقة شمعية فلا يستقر

عليها الماء وبالتالي لا تتوافر

البيئة الصالحة لنمو الفطريات

وتكاثر البكتيريا

ب) يكسوها الشعيرات أو الأشواك

مما يحول دون تجمع الماء

أو أكل بعض حيوانات

المراعى لها وبذلك تقل

فرصة الإصابة بالأمراض

٢) الجدار الخلوى :

● يمثل الواقى الخارجى للخلايا

وخاصة طبقة البشرة الخارجية

● ويتركب الجدار الخلوى

أساساً من السليولوز

● وبعد تغلظه يدخل فى تركيبه

اللجنين مما يجعله صلباً

يصعب على الكائنات

المرمضة اختراقه

ب) المناعة التركيبية الناتجة كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة

(١) تكوين الفلّين : يتكون الفلّين لى يعزل المناطق التى تعرضت

للقطع أو التمزق نتيجة لـ:

● نمو النبات فى السمك

● جمع الثمار

● سقوط الأوراق فى الخريف

● تعدى الإنسان أو الحيوان وهذا يمنع دخول الكائن الممرض للنبات

(٢) تكوين الفيلوزات : عبارة عن نموات زائدة تنشأ نتيجة تمدد

الخلايا البرانشيمية المجاورة لقصببات الخشب

وتمتد داخل هذه القصببات من خلال النقر

وتتكون الفيلوزات نتيجة تعرض الجهاز الوعائى للقطع أو غزو الكائنات

الممرضة حتى تعيق تحرك هذه الكائنات إلى الأجزاء الأخرى من النبات

(٣) ترسيب الصمغ : تفرز النباتات المصابة بحروح أو قطوع لمادة

الصمغ حول مواضع الإصابة حتى تمنع دخول

الميكروبات داخل النبات

(٤) تراكيب مناعية خلوية : تحدث بعض التغيرات الشكلية فى بعض

التراكيب الخلوية نتيجة للغزو مثال :

● انتفاخ الجدر الخلوية لخلايا كل من البشرة وتحت البشرة أثناء

الاختراق المباشر للكائن الممرض مما يؤدي إلى تثبيط اختراقه

لتلك الخلايا

● إحاطة خيوط الغزل الفطرى المهاجمة للنبات بغلاف عازل يمنع

انتقال هذا الغزل من خلية لأخرى

(٥) التخلص من النسيج المصاب وتعريف أيضاً بالحساسية المفرطة :

حيث يقتل النبات بعض أنسجته ليمنع انتشار الكائن الممرض منها إلى

أنسجته السليمة وبالتالي يتخلص النبات من الكائن الممرض بموت

النسيج المصاب

ثانياً: المناعة البيوكيميائية وتتضمن الآليات المناعية التالية :

١- المستقبلات التي تدرك وجود الميكروبات وتنشط دفاعات النبات

هذه المركبات توجد في النباتات السليمة والمصابة على حد سواء إلا أن تركيزها يزيد في النباتات عقب الإصابة

وظيفتها تحفيز وسائل جهاز المناعة الموروثة في النبات

٢- مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة :

تقوم بعض النباتات بإفراز مركبات كيميائية تقاوم بها الكائنات الممرضة
وهذه المركبات إما أن تكون موجودة أصلاً في النبات قبل حدوث الإصابة أو تؤدي الإصابة إلى تكوينها
ومن هذه المركبات :-

(أ) الفينولات والجلوكوزيدات وهي مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات الممرضة مثل البكتيريا أو

تثبط نموها

وبعض هذه المركبات لا توجد أصلاً في النباتات السليمة ولكنها تتكون فقط عند مهاجمة الكائن الممرض للنبات

(ب) الأحماض أمينية غير البروتينية : وهذه الأحماض لا تدخل في بناء البروتينات في النبات ولكنها

تعمل كمواد واقية للنبات وتشمل مركبات كيميائية سامة

للكائنات الممرضة مثل (الكانافين / السيفالوسبورين)

٣- بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة :-

تنتج بعض النباتات بروتينات لم تكن موجودة أصلاً في النبات ولكن يُنتجها نتيجة الإصابة
وهذه البروتينات تتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها إلى مركبات غير سامة للنبات

وأحياناً تنتج النباتات بعض الإنزيمات بالتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتبطل سُميتها

٤- تعزيز دفاعات النبات بعد الإصابة

تقوم بعض النباتات بتعزيز وتقوية دفاعاتها بعد الإصابة حتى تحمي نفسها من أي إصابة جديدة

المناعة فى الإنسان

الجهاز المناعى فى الإنسان :-

- هو جهاز متناثر الأجزاء (لا ترتبط أجزاؤه ببعضها البعض بصورة تشريحية متتالية كما فى الجهاز الهضمى أو التنفسى أو الدورى)
- فهو يتكون من أجزاء متفرقة فى أنحاء الجسم ولكنها تتفاعل وتتعاون مع بعضها البعض بصورة متناسقة متناغمة وبذلك يعتبر من الناحية الوظيفية وحدة واحدة

علل : يطلق على أعضاء الجهاز المناعى الأعضاء الليمفاوية

لأن الأعضاء الليمفاوية تُعد موطن للخلايا الليمفاوية وهى المكونات الرئيسية للجهاز الليمفاوى

أهم مكونات الجهاز الليمفاوى

أولاً: الأعضاء الليمفاوية

- أعضاء تحتوى على أعداد كبيرة من الخلايا الليمفاوية
- وفيهما يتم نضج وتمايز الخلايا الليمفاوية
- ومن هذه الأعضاء :

(أ) نخاع العظام :

مكانه : نسيج يوجد داخل :

١- العظام المسطحة مثل الترقوة والقص والجمجمة

والعمود الفقرى والضلع والكتف والحوطن

٢- رؤوس العظام الطويلة كعظام الفخذ والساق والعضد

وظيفته : مسئول عن انتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء وصفائح الدم

(ب) الغدة التيموسية

المكان : تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب وخلف عظمة القص

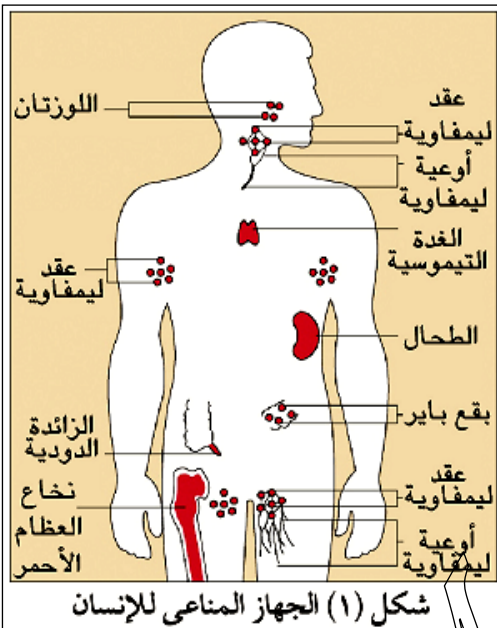
الوظيفة : تفرز هرمون التيموسين Thymosin الذى يحفز نضج

الخلايا الليمفاوية الجذعية إلى الخلايا التائية (T) وتمايزها إلى أنواعها المختلفة داخل الغدة التيموسية

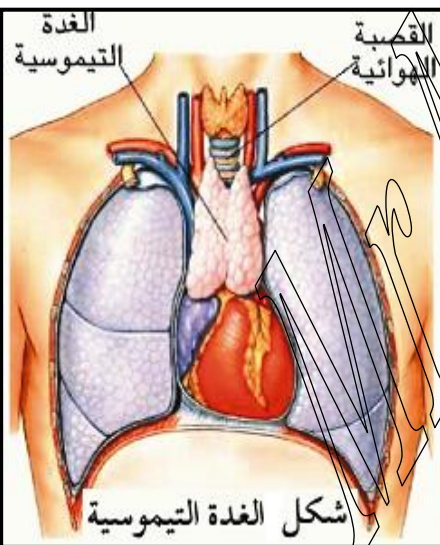
(ج) الطحال :

عبارة عن عضو ليمفاوى صغير لا يزيد حجمه عن ((قبضة اليد)) ولونه أحمر قاتم

المكان : يقع فى الجانب العلوى الأيسر من تجويف البطن



شكل (١) الجهاز المناعى للإنسان



شكل الغدة التيموسية

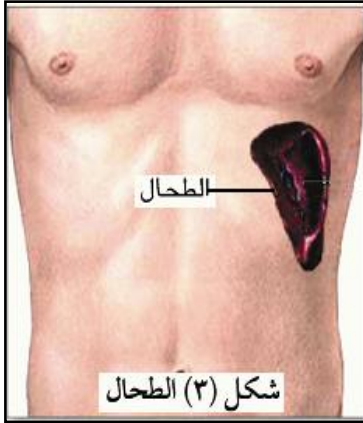
الوظيفة: يلعب الطحال دوراً مهماً في مناعة الجسم حيث يحتوى على :

خلايا دم بيضاء أخرى تسمى الخلايا الليمفاوية

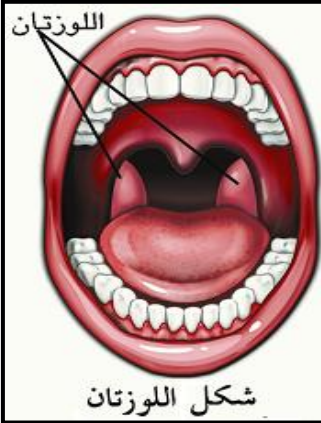
نوع من خلايا الدم البيضاء التى تطلق بروتينات خاصة فى الدم تعرف بالأجسام المضادة التى تتولى مهمة الدفاع عن الجسم ضد الجراثيم والفيروسات

الكثير من الخلايا البلعمية الكبيرة

وهى خلايا دم بيضاء متخصصة وتقوم بالتقاط كل ما هو غريب عن الجسم سواء كانت ميكروبات أو أجسام غريبة أو خلايا جسدية مسنة (هرمة) ككريات الدم الحمراء المسنة ويفتتها إلى مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم



شكل (٣) الطحال



شكل اللوزتان

(د) اللوزتان

المكان: تقعان على جانبي الجزء الخلفي من الفم

الوظيفة: التقاط أى ميكروب أو جسم غريب يدخل

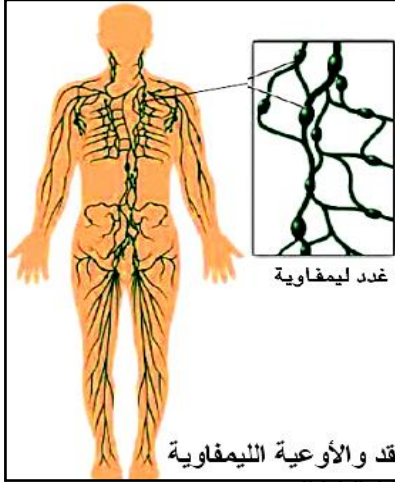
مع الطعام أو الهواء ومنع دخوله الجسم وبذلك تعمل على حماية الجسم

(هـ) بقع باير

الشكل: عبارة عن عقد صغيرة من الخلايا الليمفاوية التى تتجمع على شكل لُطْع أو بقع

المكان: تنتشر هذه البقع فى الغشاء المخاطى المبطن للجزء السفلى من الأمعاء الدقيقة

الوظيفة: وظيفتها الكاملة غير معروفة لكنها تلعب دوراً فى الاستجابة المناعية



غدة ليمفاوية

العقد والأوعية الليمفاوية

ضد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض التى تدخل الأمعاء

(و) العقد الليمفاوية

المكان: تتواجد على طول شبكة الأوعية الليمفاوية الموجودة

فى جميع أجزاء الجسم (تحت الإبطين / على جانبي العنق / أعلى الفخذين / بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية ...)

الحجم: يتراوح حجمها بين رأس الدبوس وبذرة الفول الصغيرة

تركيبها: تنقسم من الداخل إلى جيوب تمتلئ بـ :

● الخلايا الليمفاوية البائية (B)

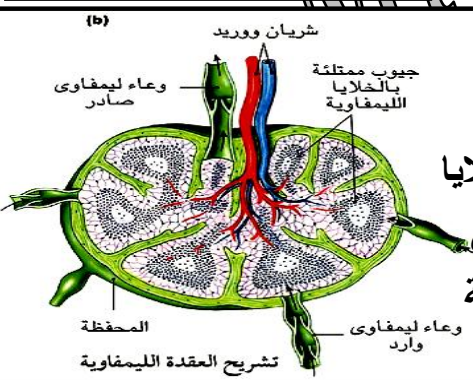
● والخلايا الليمفاوية التائية (T)

● والخلايا الملتزمة التى تخلص الليمف مما به من جراثيم وحطام الخلايا

● يتصل بكل عقدة ليمفاوية عدة أوعية ليمفاوية تنقل الليمف إليها من

الأنسجة لترشحه وتخلصه مما يعلق به من مسببات الأمراض الغريبة

عن الجسم



المحفظة

تشرح العقدة الليمفاوية

الوظيفة : تقوم العقد الليمفاوية

- ١- بتتقية الليمف من أى مواد ضارة أو ميكروبات
- ٢- تحتزن خلايا الدم البيضاء (الخلايا الليمفاوية) التي تساعد فى محاربة أى مرض أو عدو

ثانياً : الخلايا الليمفاوية

- تشكل حوالى من ٢٠ - ٣٠ ٪ من خلايا الدم البيضاء بالدم
- وتتكون جميع الخلايا الليمفاوية من نخاع العظام الأحمر
- وفى البداية لا يكون لها أى قدرة مناعية إلا أنها تمر بعملية نضوج وتمايز فى الأعضاء الليمفاوية لتتحول بعدها إلى خلايا ذات قدرة مناعية

تدور الخلايا الليمفاوية فى الدورابحثه عن أى ميكروب أو جسم

غريب فتعمل آلياتها الدفاعية والمناعية لتخلص الجسم من شرور الميكروبات الممرضة التى تحاول غزو الجسم والتكاثر والانتشار فيه وتخريب نسجته وتعطيل وظائفه الحيوية الفسيولوجية

أنواع الخلايا الليمفاوية فى الدم : يوجد منها ٣ أنواع :

(أ) الخلايا البائية (B-cells) : يتم تصنيعها فى نخاع العظام وتستكمل نموها فيه لتصبح ناضجة

وظيفةها : التعرف على أى ميكروب أو مواد غريبة عن الجسم (مثل البكتيريا أو الفيروس) فتلتصق بهذا الجسم الغريب وتنتج مواد مضادة له تقوم بتدميره

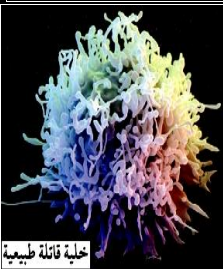
(ب) الخلايا التائية (T-cells) : تشكل حوالى ٨٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية وتنضج فى الغدة التيموسية

حيث تتمايز إلى عدة أنواع :

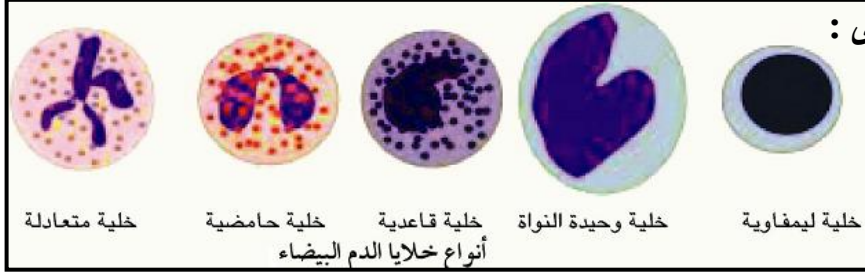
١- الخلايا التائية المساعدة T_H (Helper T-cells)	٢- الخلايا التائية السامة T_C (Cytotoxic T-cells) أو القاتلة	٣- الخلايا التائية المثبطة T_S أو الكابتة (Suppressor T-cells)
تنشط الأنواع الأخرى من الخلايا التائية وتحفزها للقيام باستجاباتها وكذلك تحفز الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة	تهاجم الخلايا الغريبة حيث تهاجم : ■ الخلايا السرطانية ■ والأعضاء المزروعة ■ وخلايا الجسم المصابة بالفيروس	تنظم درجة المناعة للحد المطلوب وتنشط أو تكبح عمل الخلايا التائية (T) والبائية (B) بعد القضاء على الكائن الممرض

(ج) الخلايا القاتلة الطبيعية (Natural Killer cells)

- تشكل من ٥ - ١٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم ويتم انتاجها ونضجها فى نخاع العظام
- وظيفتها : لها القدرة على مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية وتقضى عليها عن طريق إنزيمات تفرزها هذه الخلايا القاتلة



خلية قاتلة طبيعية



ثالثاً : خلايا الدم البيضاء الأخرى : وهي :

Basophils الخلايا القاعدية

Eosinophils والخلايا الحامضية

Neutrophils والخلايا المتعادلة

ويتم التمييز بينها من حجمها ولون الحبيبات الظاهرة بداخلها تحت المجهر

وظيفتها

- ١- الحبيبات الموجودة بداخلها تقوم بدور رئيسي في تفتيت خلايا الكائنات الممرضة المهاجمة للجسم
- ٢- وبإمكانها بلعمة (ابتلاع وهضم) الكائنات الممرضة ولذلك فهي تكافح العدوى خصوصاً العدوى البكتيرية والالتهابات

عمرها تبقى بالدورة الدموية لفترة قصيرة نسبياً تتراوح بين عدة ساعات إلى عدة أيام

Monocytes الخلايا وحيدة النواة

تدمر الأجسام الغريبة وتتحول إلى خلايا بلعمية عند الحاجة والتي بدورها تلتهم الأجسام الغريبة



رابعاً : الخلايا البلعمية الكبيرة : Macrophages

وهي نوعان :

١- الخلايا البلعمية الكبيرة الثابتة

تسمى بأسماء مختلفة حسب النسيج الموجودة فيه

مكانها ووظيفتها : تتواجد في معظم أنسجة الجسم متأهبة لالتهام أي جسم غريب يتواجد بالقرب منها

٢- الخلايا البلعمية الكبيرة الدوارة (أو الجوالّة)

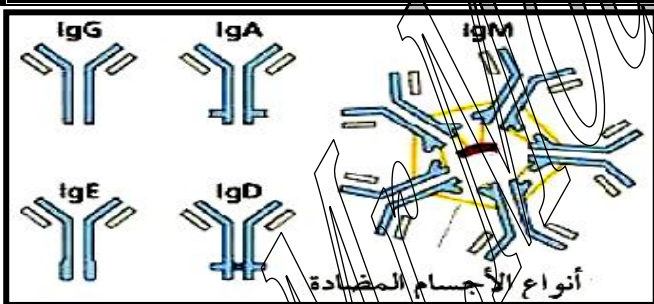
وظيفتها:

- ١- لها القدرة على التهام الأجسام الغريبة
 - ٢- كما أنها تحمل المعلومات التي تم جمعها عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقديمها للخلايا المناعية المتخصصة الموجودة في الغدد الليمفاوية المنتشرة في الجسم
- وهذه الخلايا المناعية المتخصصة تلعب أدوارها الدفاعية والمناعية بعد الحصول على معلومات وافية عن الأجسام الغريبة والميكروبات الداخلة إلى الجسم فتجهز لها ما يناسبها من وسائل دفاعية مثل الأجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة الذي سيتعامل معها

خامساً: المواد الكيميائية المساعدة

تتعاون وتساعد الآليات المتخصصة للجهاز المناعي وهي كثيرة ومنها ما يلي :

■ هي عوامل جذب الخلايا المناعية البلعمية المتحركة مع الدم بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات أو الأجسام الغريبة لتحد من تكاثر وانتشار المرض	(أ) الكيموكينات Chemokines
■ تعمل كأداة اتصال أو ربط بين الخلايا المختلفة للجهاز المناعي من جهة ■ ومن جهة أخرى بين الجهاز المناعي وخلايا الجسم الأخرى ■ بالإضافة إلى مساعدة الجهاز المناعي في أداء وظيفته الدفاعية	(ب) الإنترليوكينات Interleukins
■ هي مجموعة متنوعة من البروتينات والإنزيمات ■ تقوم بتدمير الميكروبات الموجودة بالدم بعد ارتباط الأجسام المضادة بها ■ عن طريق تحليل الأنسجة الموجودة على سطحها وإذابة محتوياتها ■ لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء (البلعمية) كي تلتهمها وتقضى عليها	(ج) سلسلة المتممات أو المكملات Complements
■ عبارة عن عدة أنواع من البروتينات تنتجها الخلايا الليمفاوية التائية (T) المنشطة والخلايا البلعمية الكبيرة وخلايا الأنسجة المصابة بالفيروسات ■ وهي غير متخصصة بفيروس معين ■ ترتبط الإنترفيرونات بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة والتي لم تصب بالفيروس بعد وتحفزها على إنتاج نوع من الإنزيمات والمواد التي تثبط عمل إنزيمات النسخ (التضاعف) بالفيروس وبهذا يمنع الفيروس من التكاثر والانتشار في الجسم	(د) الإنترفيرونات Interferon



سادساً: الأجسام المضادة : Antibodies

- يوجد على سطح البكتيريا التي تغزو الأنسجة مركبات تسمى (مولدات الضد أو المستضدات أو الأنتيجينات)
- الخلايا الليمفاوية البائية (B) : تقوم بـ

- ١- التعرف على هذه الأجسام والمكونات الغريبة عن الجسم (الأنتيجينات) عن طريق ارتباط المركبات الموجودة على سطحها والتي يطلق عليها المستقبلات بتلك الأنتيجينات
- ٢- إنتاج مواد بروتينية يطلق عليها الأجسام المضادة (أو الجلوبيولينات المناعية واختصارها IG)

الأجسام المضادة (أو الجلوبيولينات المناعية IG)

مواد بروتينية تنتجها الخلايا الليمفاوية البائية مُصممة لتضاد الأجسام الغريبة عن الجسم حيث تقوم هذه الأجسام المضادة وجزئيات المتممات بالالتصاق بالبكتيريا لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء الأخرى كي تلتهمها وتقضى عليها

■ ويوجد من الأجسام المضادة خمسة أنواع IgG / IgM / IGD / IgE / IgA

٣- تقوم عندما تصادف الأنتيجينات لأول مرة بالإنقسام المتكرر لتكوين مجموعات من الخلايا كل مجموعة منها تتخصص لإنتاج نوع واحد من الأجسام المضادة تتخصص بدورها لتضاد نوع واحد من الأنتيجينات

■ وبذلك تهاجم الخلايا البائية الأنتيجين (مولد الضد أو المستضدات) على سطح الكائنات الحية الدقيقة والجزيئات الأخرى الغريبة عن الجسم وذلك عن طريق إنتاج الأجسام المضادة التي تدور مع مجرى الدم والليمف

شكل وتركيب الأجسام المضادة

الشكل : الأجسام المضادة عبارة عن جلوبولينات مناعية تظهر على شكل حرف (Y)

المكان : وتوجد بالدم وسوائل الجسم الأخرى بالحيوانات الفقارية والإنسان

المنشأ : ويتم إنتاجها بواسطة الخلايا البائية البلازمية

التركيب : يتكون الجسم المضاد من :-

١- زوجين (٤) من السلاسل البروتينية :-

■ اثنان منها طويلة وتسمى **بالسلاسل الثقيلة**

■ الاثنان الأخرى قصيرتان وتسمى **بالسلاسل الخفيفة**

٢- وترتبط السلاسل ببعضها عبر رابطة كبريتيدية ثنائية

٣- ولكل جسم مضاد موقعان **متماثلان** لارتباط الأنتيجين

ويختلف شكل هذا الموقع من جسم مضاد لأخر

مواقع ارتباط الأنتيجين : وتساعد هذه المواقع على حدوث الارتباط المحدد بين الأنتيجين

والجسم المضاد الملائم له بطريقة تشبه القفل والمفتاح

■ ويؤدي الارتباط بين الأنتيجين والجسم المضاد إلى تكوين مركب معقد من الأنتيجين والجسم المضاد

■ ويعرف موقع ارتباط الأنتيجين على الجسم المضاد **بالجزء المتغير** لأن شكله يتغير من جسم مضاد لأخر

■ أما الجزء المتبقى من الجسم المضاد فيعرف **بالجزء الثابت** حيث أنه ثابت الشكل والتركيب في جميع

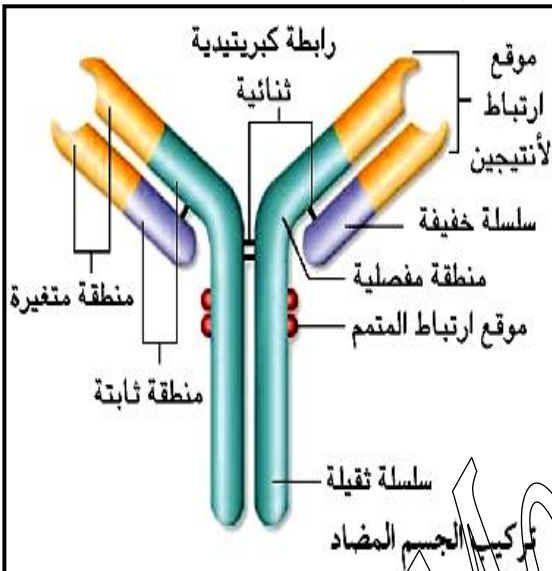
أنواع الأجسام المضادة

لاحظ : ويتحدد تخصص كل جسم مضاد من خلال تشكيل الأحماض الأمينية المكونة للسلسلة الببتيدية

(تتابع الأحماض الأمينية وأنواعها وشكلها الفراغى إلخ) وذلك في الجزء التركيبي المسئول

عن الارتباط بين الأنتيجين والجسم المضاد عند مواقع محددة في ذلك الجزء المتغير

والذى يتطابق مع أنتيجين كصورة مرآة

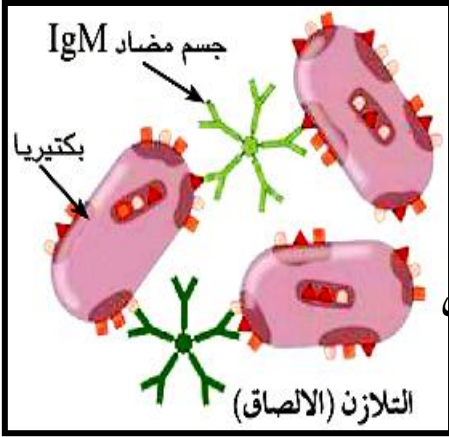


س : علل : الارتباط بين الأجسام المضادة والأنتيجينات أمراً مؤكداً ؟

ج : لأن الأجسام المضادة ثنائية الارتباط أما الأنتيجينات فلها ارتباط متعدد مما يجعل الارتباط

بين الأجسام المضادة والأنتيجينات أمراً مؤكداً

طرق عمل الأجسام المضادة : وتقوم الأجسام المضادة بإيقاف عمل الأنتيجينات بإحدى الطرق التالية :



(١) التلازن : إن أهم وظيفة تقوم بها الأجسام المضادة هي :

● تحديد الفيروسات وإيقاف نشاطها ويتم ذلك بأن :

١- تقوم الأجسام المضادة بالارتباط بالأغلفة الخارجية للفيروسات وبذلك

تمنعها من الالتصاق بأغشية الخلايا والانتشار أو النفاذ إلى داخلها

٢- وإن حدث واخترق الفيروس غشاء الخلية فإن الأجسام المضادة تبقى

غلاف الفيروس مغلقاً فتمنع الحمض النووي من الخروج والتناسخ

(٢) التلازن (أو الاصاق) :

هو تجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفاً وعرضه لالتهامها بالخلايا البلعمية

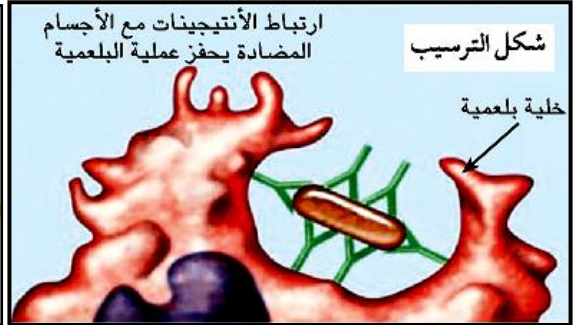
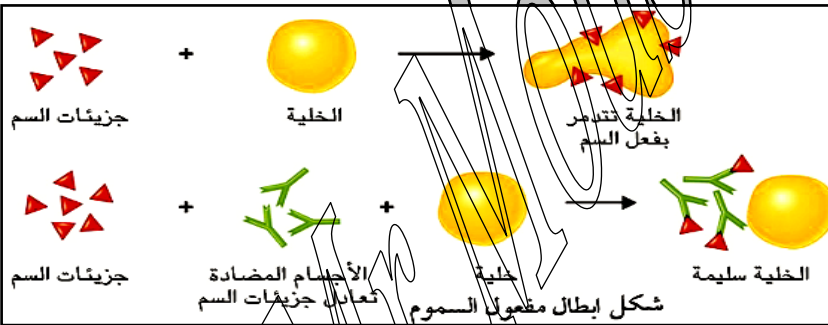
● وذلك لأن بعض الأجسام المضادة مثل الجسم المضاد IgM تحتوى على العديد من مواقع الارتباط مع

الأنتيجينات وبالتالي يرتبط الجسم المضاد الواحد منها بأكثر من ميكروب مما يؤدي إلى هذا التجمع

(٣) الترسيب : ويحدث عادة في الأنتيجينات الذائبة حيث يحدث :

ارتباط الأجسام المضادة مع هذه الأنتيجينات الذائبة يؤدي إلى تكوين مركبات من الأنتيجين والجسم

المضاد غير ذائبة وتكون هذه المركبات راسباً ولذا يسهل على الخلايا البلعمية التهام هذا الراسب



(٤) التحلل :

اتحاد الأجسام المضادة مع الأنتيجينات يُنشط بروتينات وإنزيمات خاصة (هي المتممات)

فتقوم بتحليل أغلفة الأنتيجينات وإذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية

(٥) إبطال مفعول السموم :

تقوم الأجسام المضادة بالارتباط بالسموم وتكوين مركبات من الأجسام المضادة والسموم

هذه المركبات تُنشط المتممات فتتفاعل معها تفاعلاً متسلسلاً يؤدي إلى إبطال مفعولها

كما يساعد على التهامها من قبل الخلايا البلعمية

آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان

يقي الجهاز المناعي الجسم من الكائنات الممرضة أو يعمل الجهاز المناعي وفق نظامين مناعيين

■ **المناعة الطبيعية** (غير المتخصصة أو الفطرية)

■ **المناعة المكتسبة** (المتخصصة أو التكيفية)

● هذان النظامان المناعيان بالرغم من أنهما مختلفان إلا أنهما يعملان بتعاون وتنسيق مع بعضهما فكل منهما يعمل وفق آليات مختلفة تقوم بتنشيط رد الفعل المناعي للنظام الآخر مما يسمح للجسم بالتعامل بنجاح مع الكائنات الممرضة

أولاً: المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية)

■ هي مجموعة الوسائل الدفاعية التي تحمي الجسم وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة ومحاربة وتفتيت أى ميكروب أو أى جسم غريب يحاول دخول الجسم

■ وهذه الوسائل غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات أو الأنتيجينات

■ وتتم عملية المناعة لطبيعية بخطين دفاعيين متتالين هما :

١- خط الدفاع الأول

والمخاط والدموع والعرق وحمض الهيدروكلوريك بالمعدة

■ **الوظيفة الأساسية لهذا الخط :** منع الكائنات الممرضة من دخول الجسم

أ) الجلد	■ ويتميز بطبقة قرنية صلبة على سطحه تشكل عائقاً لا يسهل اختراقه أو النفاذ منه ■ كما أن العرق الذى تفرزه الغدد العرقية على سطح الجلد يعتبر مميتاً لمعظم الميكروبات بسبب ملوحة العرق
ب) الصملاخ	■ (شمع الأذن): مادة تفرزها الأذن وتعمل على قتل الميكروبات وبذلك تحمي الأذن
ج) الدموع	■ تحمي العين من الميكروبات لأنها تحتوي على مضادات ميكروبات قاتلة
د) المخاط بالممرات التنفسية	■ هو سائل لزج يبطن جدر الممرات التنفسية وتلتصق به الميكروبات والأجسام الغريبة الداخلة مع الهواء ■ ثم تقوم الأهداب الموجودة فى بطانة هذه الممرات بالتنفسية بطرد هذا المخاط وما يحمله من ميكروبات وأجسام غريبة إلى خارج الجسم
هـ) اللعاب	■ يحتوى على بعض المواد القاتلة للميكروبات بالإضافة إلى بعض الإنزيمات المذيبة لها
و) إفرازات المعدة الحامضية	■ حيث تقوم خلايا بطانة المعدة بإنتاج وإفراز حمض الهيدروكلوريك القوى الذى يسبب موت الميكروبات الداخلة مع الطعام

يعمل هذا النظام إذا ما نجحت الكائنات الممرضة فى تخطى وسائل دفاع الخط الأول وقامت

بغزو أنسجة الجسم من خلال جرح قطعى بالجلد مثلاً

ويختلف هذا النظام عن خط الدفاع الأول بأنه :

نظام دفاعى داخلى وفيه يستخدم الجسم طرق وعمليات غير متخصصة متلاحقة تحيط بالميكروبات

خلال ثوانى أو دقائق لمنع انتشار الميكروبات وتبدأ هذه العمليات بحدوث إتهاب شديد

الاستجابة بالالتهاب

عبارة عن تفاعل دفاعى غير تخصصى (غير نوعى) حول مكان الإصابة
نتيجة لتلف الأنسجة الذى تسببه الإصابة أو العدوى

والالتهاب عبارة عن استجابة فورية لأنسجة الجسم التى أصيبت بجسم غريب مثل البكتيريا

بعض التغيرات التى تحدث فى موقع الإصابة أثناء الالتهاب :-

١- تتمدد الأوعية الدموية إلى أقصى مدى بسبب إفراز كميات من المواد المولدة للالتهاب ومن أهمها

مادة الهستامين التى تفرزها أنواع الخلايا المتخصصة مثل

الخلايا الصارية وخلايا الدم البيضاء الحامضية والخلايا الليمفاوية التائية (T)

٢- وهذه المواد تزيد أيضاً من نفاذية جدران الأوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية للسوائل

من الدورة الدموية وذلك يؤدى إلى :

تورم الأنسجة فى مكان الالتهاب

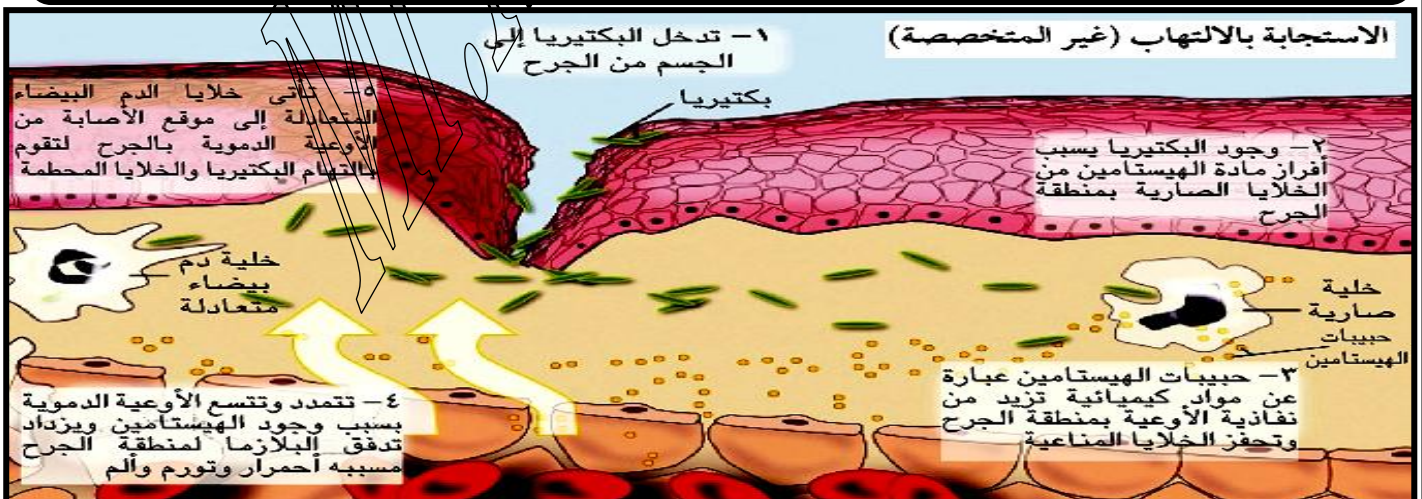
كما يسمح لنفاذ المواد الكيميائية المذيبة والقاتلة للبكتيريا بالتوجه إلى موقع الإصابة

و يتيح لخلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة وكذلك الخلايا الليمفية الكبيرة محاربة وقتل

الأجسام الغريبة والميكروبات

لاحظ : بالإضافة إلى ما سبق يوجد مكونان آخران لخط الدفاع الثانى متواجدان فى معظم الأنسجة هما

الانترفيرونات والخلايا القاتلة الطبيعية



ثانياً : المناعة المكتسبة (المتخصصة أو التكيفية)

- خط دفاع ثالث يلجأ إليه الجسم إذا ما أخفق خط الدفاع الثاني في التخلص من الجسم الغريب
- يتمثل في استجابة الخلايا الليمفاوية للتخلص من الجسم الغريب بسلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) التي تقاوم ذلك الكائن المسبب للمرض .
- وتسمى هذه الوسائل الدفاعية مجتمعة بالاستجابة المناعية

الاستجابة المناعية

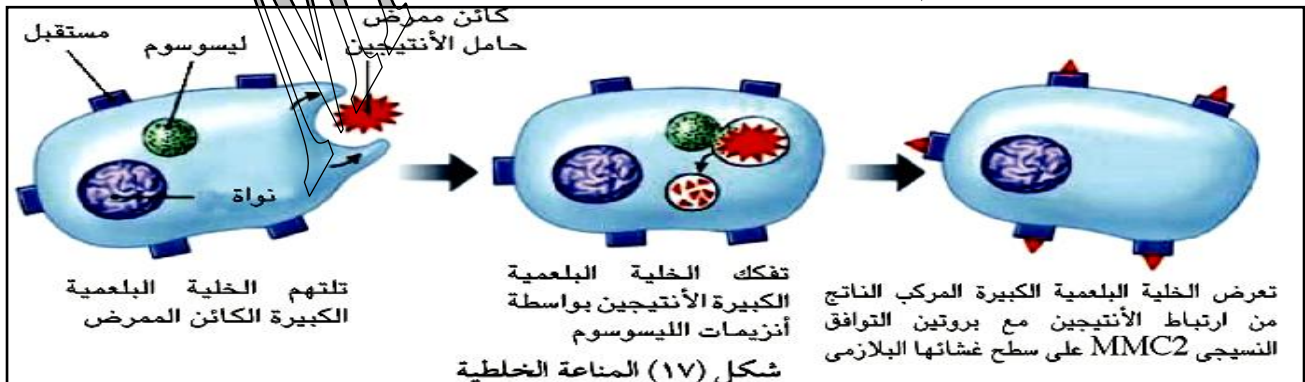
هي استجابة الخلايا الليمفاوية للتخلص من الجسم الغريب بسلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) التي تقاوم ذلك الكائن المسبب للمرض

- وتتم المناعة المكتسبة أو التخصصية (النوعية) من خلال آليتين منفصلتين شكلياً لكنهما متداخلتان مع بعضهما البعض وهما :

أ) المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة

- تختص بالدفاع عن الجسم ضد الأنتيجينات والكائنات الممرضة (كالبكتيريا والفيروسات وكذلك السموم) الموجودة في سوائل الجسم (بلازما الدم والليمفا) بواسطة الأجسام المضادة
- وتتلخص في الخطوات التالية :

- عند دخول كائن ممرض حاملاً على سطحه أنتيجين (مستضد) معين إلى الجسم تتعرف الخلايا الليمفاوية البائية (B) على هذا الأنتيجين الغريب عن الجسم (فكل خلية ليمفاوية بائية عالية التخصص أى تستجيب لأنتيجين معين واحد فقط) وعندما تتعرف الخلية الليمفاوية البائية على الأنتيجين الخاص بها فإنها تلتصق نفسها به بواسطة المستقبلات المناعية (CD19.CD29.CD21) الموجودة على سطحها
- في نفس الوقت تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاع الأنتيجين وتفكيكه بواسطة إنزيمات الليسوسوم إلى أجزاء صغيرة ثم ترتبط هذه الأجزاء داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين يطلق عليه (بروتين التوافق النسيجي) MHC2 [Major MHC2 histocompatibility complex]
- بعد ذلك ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع الـ MHC2 إلى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة أى يتم عرضه على سطحها الخارجى



٣- تتعرف الخلايا التائية المساعدة (T_H) على الأنتيجين من خلال بروتين التوافق

النسيجي MHC2 الموجود على سطح الخلية البلعمية ثم ترتبط بهذا المركب فيتم تنشيطها [أى الخلايا التائية المساعدة فتتحول إلى خلايا تائية مساعدة نشطة]

■ تقوم الخلايا التائية المساعدة النشطة (بعد ذلك) بإطلاق مواد بروتينية تدعى **انترلوكينات**

■ تقوم الانترلوكينات بتنشيط الخلايا البائية (B) التى تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجي MHC2

ملحوظة : لا تستطيع الخلايا التائية المساعدة T_H أن تتعرف على الأنتيجين إلا بعد معالجته بواسطة

الخلايا البلعمية الكبيرة وعرضه على غشائها البلازمى مرتبطاً مع جزيئات MHC2

٤- تبدأ الخلايا البائية B المنشطة عملهم بالانقسام والتضاعف وتتمايز فى النهاية إلى خلايا ليمفاوية

بائية ذاكرة Memory cells والعديد من الخلايا البائية البلازمية التى تنتج كميات كبيرة من

الأجسام المضادة التى تدور عبر الأوعية الليمفاوية ومجرى الدم لتحارب العدوى

■ وتبقى خلايا الذاكرة لمدة طويلة (٢٠ - ٣٠ سنة) فى الدم لتتعرف على نوع الأنتيجين السابق

إذا دخل ثانية إلى الجسم حيث تنقسم وتتمايز إلى خلايا بائية بلازمية تفرز أجساماً مضادة له وبالتالي تكون الاستجابة سريعة

٥- تصل الأجسام المضادة التى أنتجتها الخلايا البائية البلازمية إلى الدورة الدموية عن طريق الليمف

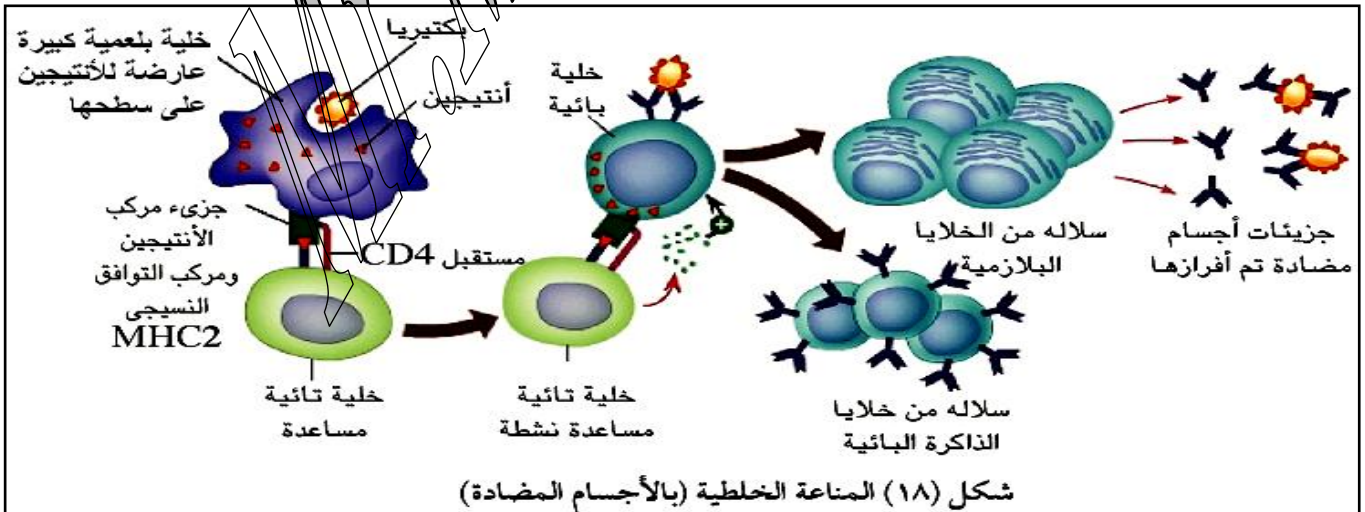
ثم ترتبط بالأنتيجينات الموجودة على سطح الكائنات الممرضة فيثير ذلك الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الأنتيجينات من جديد وتستمر هذه العملية لعدة أيام أو أسابيع

■ والأجسام المضادة التى تكونها الخلايا البلازمية تكون غير فعالة بما فيه الكفاية فى تدمير الخلايا الغريبة مثل الخلايا المصابة بالفيروس

■ فالأجسام المضادة غير قادرة على المرور عبر أغشية الخلايا بسبب جزيئاتها الكبيرة نسبياً

وبالتالى فهى لا تستطيع الوصول إلى الفيروس الذى يتكاثر داخل الخلية

وفى هذه الحالة تتم مقاومة هذه الخلايا الغريبة بواسطة الخلايا الليمفاوية التائية (T) [السامة أو القاتلة T_S]



(ب) المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة

■ هي الاستجابة المناعية التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية التائية T بواسطة المستقبلات

الموجودة على أغشيتها التي تكسبها الاستجابة النوعية للأنتيجينات

■ حيث تنتج كل خلية تائية أثناء عملية النضج نوعاً من المستقبلات الخاصة بغشائها وبذلك

فإن كل نوع من هذه المستقبلات يمكنه الارتباط بنوع واحد من الأنتيجينات

ويمكن تلخيص هذه الآلية كما يلي :-

١- عند دخول الكائن الممرض (البكتيريا أو الفيروسات) إلى الجسم فإن الخلايا البلعمية الكبيرة تقوم

بابتلاعه ثم تفككه إلى أجزاء صغيرة ثم ترتبط هذه الأجزاء داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين

التوافق النسيجي MHC2

■ بعد ذلك ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع الـ MHC2 إلى سطح الغشاء البلازمي

للخلايا البلعمية الكبيرة أي يتم عرضه على سطحها الخارجي

٢- ترتبط الخلايا التائية المساعدة T_H والتي تتميز بوجود

المستقبل CD4 على غشائها بالمركب الناتج من

ارتباط الأنتيجين مع الـ MHC2 الذي يظهر على

سطح الخلايا البلعمية الكبيرة [وذلك عندما تتقابل

هذه الخلايا التائية المساعدة T_H بمستقبلها CD4

مع هذا المركب]

■ ثم تقوم الخلايا التائية المساعدة T_H المنشطة

بإطلاق المواد البروتينية التي تدعى **انترلوكينات**

■ تقوم **الانترلوكينات** بتنشيط الخلايا التائية المساعدة التي ترتبط بها كي تنقسم لتكون سلالة من :

■ الخلايا التائية المساعدة T_H المنشطة

■ وخلايا T_H ذاكرة تبقى لمدة طويلة في الدم لتعرف على نوع الأنتيجين السابق إذا دخل ثانية للجسم

■ كما تقوم الخلايا التائية المساعدة T_H المنشطة بإفراز عدة أنواع من بروتينات **السايتوكينين** التي

تعمل : ■ جذب الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد غفيرة (كبيرة)

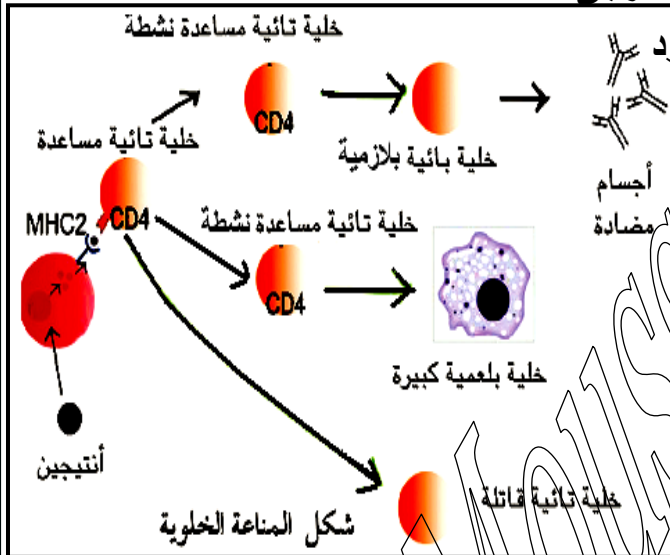
■ تنشط الخلايا البلعمية الكبيرة والأنواع الأخرى من الخلايا الليمفاوية التائية

وكذلك الخلايا البائية وبالتالي يتم تنشيط آليتي المناعة الخلوية والخلطية

■ تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية لمهاجمة خلايا الجسم غير الطبيعية

كالخلايا السرطانية أو الخلايا المصابة بالكائنات الممرضة

■ التعرف على الأنتيجين الغريب عن الجسم والذي يكون مرتبطاً مع البروتين MHC2



٣- تتعرف الخلايا القاتلة أو السامة T_C بواسطة المستقبل $CD8$ الموجود على سطحها على

الأجسام الغريبة سواء كانت :

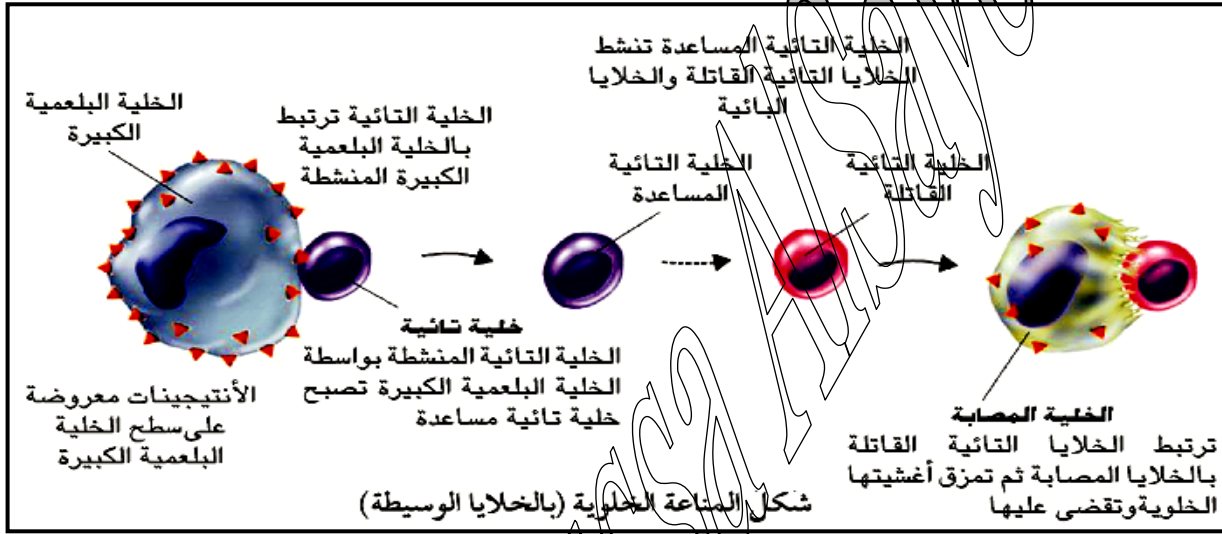
■ أنسجة مزروعة في الجسم

■ أو أنتيجينات الميكروبات التي تدخل الجسم أو الخلايا السرطانية وتقضى عليها

■ فعندما ترتبط هذه الخلايا [الخلايا القاتلة T_C] بالأنتيجن فإنها تقوم بتثقيب غشاء ذلك الجسم الغريب (الميكروب أو الخلايا السرطانية مثلاً) بواسطة :-

أ- إفراز بروتين معين يسمى **البيروفين** (أو البروتين صانع الثقوب)

ب- أو إفراز سموم ليمفاوية تنشط جينات معينة في نواة الخلايا المصابة مما يؤدي إلى تفتت نواة الخلية وموتها



تنشيط الاستجابة المناعية

■ بعد أن يتم القضاء على الأنتيجينات الغريبة :

١- ترتبط الخلايا التائية المثبطة (T_S) بواسطة المستقبل $CD8$ الموجود على سطحها مع الخلايا البلازمية والخلايا التائية المساعدة والسامة

٢- فيحفرها هذا الارتباط على إفراز بروتينات الليمفوكينات

الليمفوكينات : Lymphokins

بروتينات تفرزها الخلايا التائية المثبطة T_S تثبط أو تكبت الاستجابة المناعية أو تعطلها

■ وبذلك تتوقف الخلايا البلازمية عن إنتاج الأجسام المضادة

■ وكذلك موت الكثير من الخلايا التائية المساعدة والسامة المنشطة

■ ولكن بعضها يختزن في الأعضاء الليمفاوية حيث تبقى هناك مُهيأة لمكافحة أي عدوى مماثلة عند الحاجة

مراحل المناعة المكتسبة

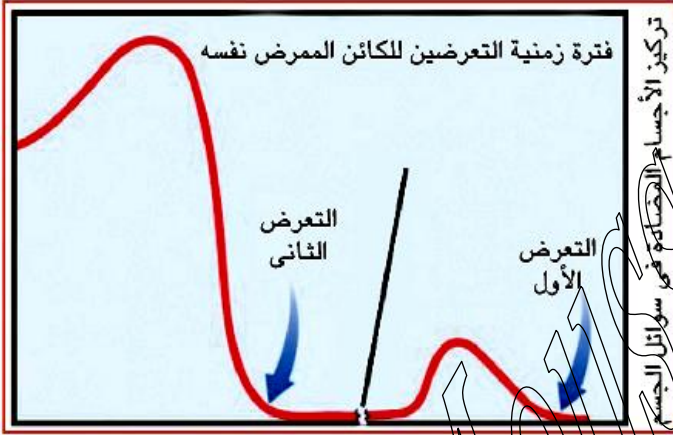
■ عندما يصاب فرد بمرض معين مثل الحصبة فإنه لا يصاب به مرة ثانية طول الحياة . هل تعرف لماذا ؟
لأنه قد اكتسب مناعة لهذا المرض

المناعة المكتسبة : هي مقاومة الجسم للكائنات الممرضة الجديدة أو التي سبق له الإصابة بها

وتحدث المناعة المكتسبة على مرحلتين :

المرحلة الأولى : الاستجابة المناعية الأولى

- عندما يلقى الجهاز المناعي كائناً ممرضاً جديداً فإن الخلايا البائية والتائية تستجيب لأنتيجينات ذلك الكائن الممرض وتقوم بمهاجمته حتى تقضى عليه
- وهذا يستغرق وقتاً لأن هذه الخلايا الليمفاوية في حاجة إلى الوقت كي تتضاعف
- ولذلك فإن الاستجابة الأولية تستغرق ما بين ٥ - ١٠ أيام كي تصل إلى أقصى إنتاجها من الخلايا البائية والتائية أثناء هذا الوقت يمكن أن تصبح العدوى واسعة الانتشار و تظهر أعراض المرض

**المرحلة الثانية : الاستجابة المناعية الثانوية**

تحدث إذا أصيب الفرد مرة ثانية بنفس ذلك الكائن الممرض حيث تكون الاستجابة المناعية سريعة جداً إلى الدرجة التي (غالباً) ما يتم فيها تدمير الكائن الممرض قبل أن تظهر أعراض المرض

خلايا الذاكرة : Memory cells

شكل الاستجابة المناعية الأولية والثانوية

هي خلايا الذاكرة البائية وخلايا الذاكرة التائية والتي تتكون أثناء الاستجابة المناعية الأولى وهي الخلايا المسؤولة عن الاستجابة المناعية الثانوية حيث تخزن معلومات عن الأنتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي

- ففي حين أن الخلايا البائية والخلايا التائية لا تعيش إلا أياماً معدودة
- فإن خلايا الذاكرة تعيش عشرات السنين أو قد يمتد بها الأجل طول العمر

الكيفية :

١- أثناء المجابهة الثانية مع نفس الكائن الممرض تستجيب خلايا الذاكرة لذلك الكائن الممرض فور دخوله إلى الجسم

٢- فتبدأ في الانقسام سريعاً وينتج عن نشاطها السريع إنتاج العديد من الأجسام المضادة والعديد من الخلايا التائية النشطة خلال وقت قصير

تدريبات الكتاب المدرسى على الفصل الرابع : المناعة

س ١ : اختار الإجابة الصحيحة من بين القوسين :

- ١- من أمثلة المناعة البيوكيميائية فى النباتات (تكوين الفلين/إنتاج الفينولات / ترسيب الصمغ / تكوين التيلوزات)
- ٢- يتم نضج الخلايا الليمفاوية الجذعية إلى الخلايا التائية T وتمايزها إلى أنواعها المختلفة فى (نخاع العظام / الغدة التيموسية / الطحال / اللوزتين)
- ٣- تصنع الخلايا البائية B وتضج فى (الغدة التيموسية / نخاع العظام / الطحال / اللوزتين)
- ٤- الخلايا الليمفاوية التى تهاجم الخلايا السرطانية والأعضاء المزروعة هى (الخلايا التائية T المساعدة / الخلايا التائية T السامة / الخلايا التائية T المثبطة / جميع ما سبق)
- ٥- من الخلايا التى لها القدرة على التهام الميكروبات والأجسام الغريبة (الخلايا البلعمية الكبيرة / خلايا الدم البيضاء عديدة الأنوية / خلايا الدم البيضاء وحيدة النواة / جميع ما سبق)
- ٦- الخلايا الليمفاوية التى توجد فى الدم هى (الخلايا البائية B / الخلايا التائية T / الخلايا القاتلة الطبيعية / جميع ما سبق)

س ٢ : علل لما يأتى :

- ١- تغلظ الجدار الخلوى لخلايا النبات بالسليولوز واللجنين ؟
- ٢- تمتد من الخلايا البرانشيمية المجاورة لقصبيات الخشب بروتات تدخل من خلال النقر عند تعرض الجهاز الوعائى للقطع أو غزو الكائنات الممرضة ؟
- ٣- تفرز بعض النباتات مركبات سامة مثل الفينولات ؟
- ٤- يلعب هرمون التيموسين دوراً فى عمل الجهاز المناعى ؟
- ٥- تزيد أعداد الخلايا التائية T المثبطة بعد القضاء على الميكروبات ؟
- ٦- يزداد إفراز الانترفيرونات فى خلايا المصابة بالفيروسات ؟
- ٧- تعدد أنواع الأجسام المضادة ؟
- ٨- تعتبر الدموع واللعاب من أنواع المناعة الطبيعية ؟
- ٩- لا يصاب الإنسان بالحصبة إلا مرة واحدة ؟
- ١٠- يقتل النبات بعض أنسجته المصابة بالفيروس ؟

س ٣ : ماذا يحدث فى الحالات التالية :

- ١- دخول ميكروب حاملاً على سطحه أنتيجين معين إلى الجسم
- ٢- حدوث قطع فى جزء من النبات
- ٣- إصابة النباتات ببكتيريا سامة
- ٤- نقص إفراز هرمون التيموسين فى الإنسان
- ٥- نقص الانترفيرونات من الخلايا المصابة بالفيروسات

س ٤ : قارن بين كل من :

- ١- المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة فى الإنسان
- ٢- المناعة التركيبية والمناعة البيوكيميائية فى النباتات
- ٣- الخلايا البائية B والخلايا التائية T
- ٤- الخلايا التائية السامة والخلايا التائية المثبطة
- ٥- الكيموكينات والانترليوكينات
- ٦- المتممات والانترفيرونات
- ٧- المناعة الأولية والمناعة الثانوية

٨- المناعة الخلطية والمناعة الخلوية

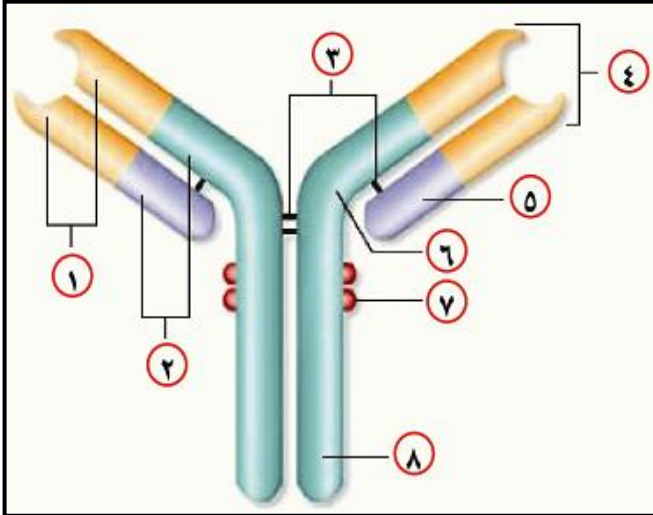
س٥: ما المقصود بكل من :

- ١- المناعة البيوكيميائية فى النبات
٢- التيلوزات
٣- العقد الليمفاوية
٤- الخلايا التائية
٥- الخلايا البلعمية الكبيرة
٦- الكيموكينات
٧- الانترفيرونات
٨- سلسلة المتممات
٩- الاستجابة بالالتهاب

س٦: اذكر مكان ووظيفة كلا من :

- ١- الغدة التيموسية
٢- الطحال
٣- اللوزتان
٤- بقع باير
٥- الخلايا القاتلة الطبيعية
٦- الصملاخ

س٧: الشكل المقابل يوضح تركيب الجسم



المضاد من خلال هذا الشكل أجب عن الآتى :

- ١- اكتب البيانات التى تشير إليها الأرقام
٢- ما هى السلاسل الثقيلة وما هى السلاسل الخفيفة وكيف ترتبط ببعضها ؟
٣- كيف تختلف الأجسام المضادة عن بعضها ؟
٤- ما المقصود بالجزء الثابت والجزء المتغير من الجسم المضاد ؟
٥- كيف يتكون معقد الأنتيجين والجسم المضاد ؟

س٨: تنتج الاستجابة الالتهابية عن إصابة خلية بأذى ؟

- أ- ما دور الهستامين فى الاستجابة الالتهابية ؟
ب- ما الفائدة من استجابة أكثر من نوع من خلايا الدم البيضاء فى الاستجابة الالتهابية ؟

س٩: حدد الدور الذى تؤديه خلايا الذاكرة فى حماية الجسم من الإصابة بالأمراض ؟

س١٠: اذكر بعض وسائل المناعة الطبيعية التى تمثل خط الدفاع الأول فى الإنسان

س١١: وضح التغيرات الشكلية التى تحدث لخلايا النبات عند إصابتها بالميكروب

س١٢: اذكر ثلاث أعضاء ليمفاوية تلعب دوراً هاماً فى جهاز المناعة فى الإنسان .. ثم وضح دور كل

عضو من هذه الأعضاء فى حماية الجسم

س١٣: وضح بالرسم أنواع خلايا الدم البيضاء المختلفة

س١٤: وضح طرق عمل الأجسام المضادة

س١٥: صف كيف تتعرف الخلايا الليمفاوية على مسببات المرض وكيف يتم الارتباط بها