

علم المناعة IMMUNOLOGY

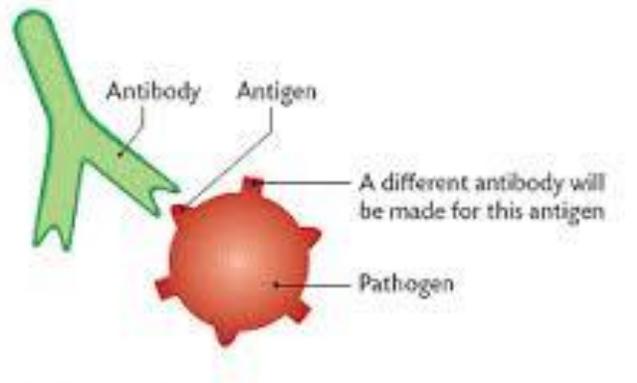
جامعة حماة
كلية طب الأسنان

السنة الثالثة – الفصل الدراسي 1
2019-2018

أ.د. محمد فاضل

محاضرة :4

22.10.2018



ANTIGEN - ANTIBODY

مولد الضد و الضد

مولد الضد (ANTIGEN): مادة تثير الاستجابة المناعية . قد يكون جرثوم أو فيروس أو جزء منها دخل الجسم ؛ فيبدأ الجسم في "توليد" جسيمات ومواد خاصة مضادة له للقضاء عليه بغرض حماية الجسم. من غزو الجراثيم والفيروسات وغيرها من المواد الغريبة والتي قد تؤدي إلى هلاكه . تلك الفيروسات والجراثيم تسمى "مولد الضد" أو "مستضد" أو "أنتيجين" .

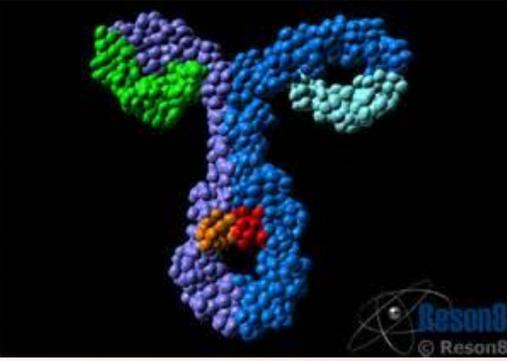
يستخدم في أحيان كثيرة مصطلح مستمنع (IMMUNOGEN أو IMMUNOGENIC AGENT).

قد يكون المستضد مادة بروتينية أو دهنية أو سكرية أو حمض نووي NUCLEIC، PROTEINS، CARBOHYDRATES، ACIDS OR LIPIDS

الجسيمات التي ينتجها الجسم لمقاومة العوامل الغريبة تسمى : ضد أو جسيم مضاد ANTIBODY هذه الجسيمات التي ينتجها الجسم في محاربة مستضد (فيروس مثلا) تفصل له تفصيلا

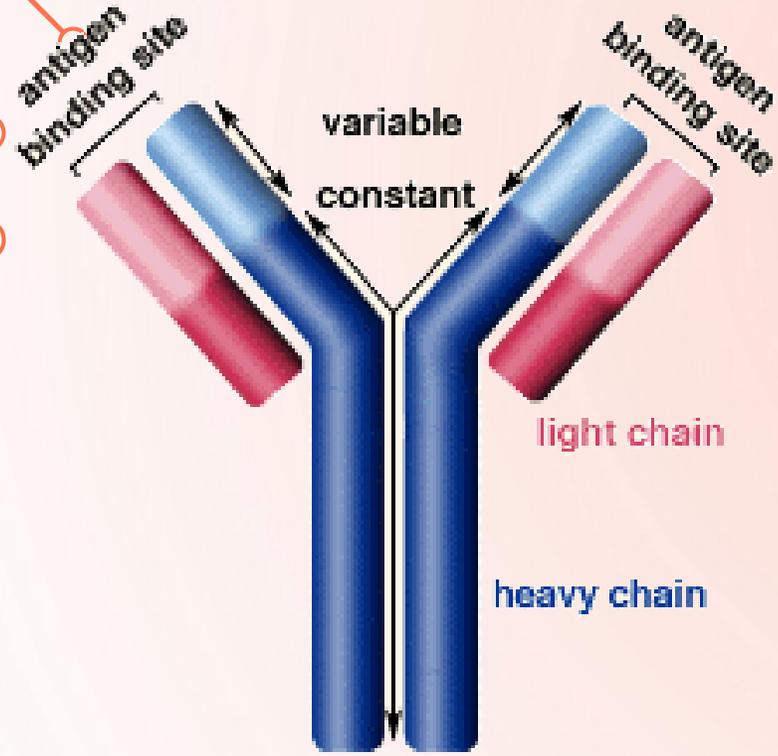
فتقريبا لكل نوع من المستضد يشكل ضده نظام المناعة نوعا خاصا من الأضداد مناسبة للقضاء عليه .

في حالة عدم استطاعة الجسم إنتاج الضد فان الفيروس أو الميكروب يغزو خلايا الجسم ويتكاثر فيه حتى يحدث المرض أو الأذية له .



الجسم المضاد ANTIBODY

- جسم مضاد (Antibody) أو الغلوبولين المناعي immunoglobulin
- حيث كلمة globulin مشتقة من الكلمة اللاتينية Globus وتعني كرة.
- يعرف بأنه بروتين يدور في الدم والسوائل الجسمية الأخرى وينتج كرد فعل لمستضد معين أو مواد غريبة تدخل الجسم مثل الفيروسات والجراثيم والمواد الغريبة الأخرى في ويتحد معها كيميائيا
- ينتج من الخلايا البلازمية (B) ، ويتم استخدامه من قبل جهاز المناعة للتعرف على الأجسام الأجنبية وتحبيدها
- التركيب:
- هو بروتين سكري Glycoprotein كبير على شكل حرف Y يتكون من وحدات ثانوية تدعى الأحماض الأمينية . وهناك 20 نوع من هذه الأحماض التي ترتبط مع بعضها لتكوين سلسلة بروتينية أكبر
- ان تتابع الأحماض على طول السلسلة يحدد كيفية التفاف السلسلة في هيئة ثلاثية الأبعاد

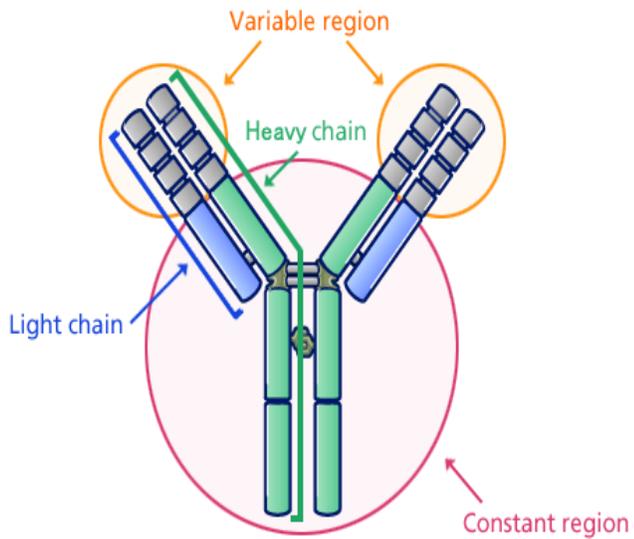


- تتكون كل جزيئة ضد من نوعين من سلاسل البروتين القريبة من بعضها توصف إحداها بالخفيفة والأخرى بالثقيلة .

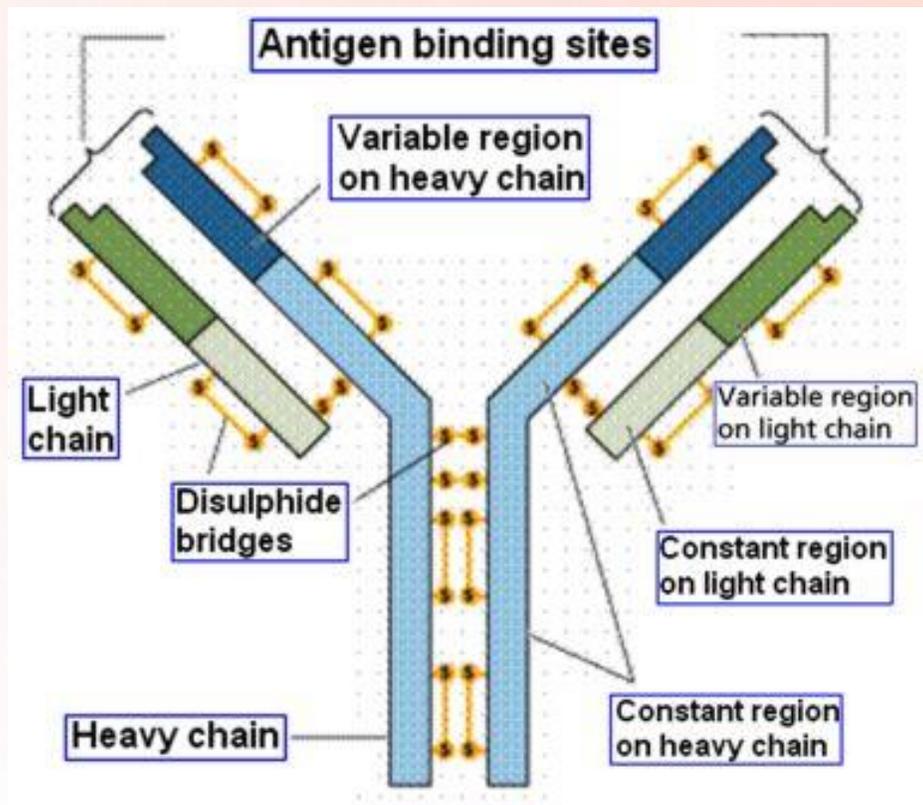
أي في كل جزء يوجد سلسلتين ثقيلتين وسلسلتين خفيفتين

- كل ضد يتكون من منطقة ثابتة وأخرى متغيرة (متبدلة) والأخيرة يتغير تركيبها تبعاً لنوع المستضد وهي التي تعطي التنوع في الأضداد استجابة للمستضدات المختلفة.

المنطقة الثابتة تحدد آلية تخريب المستضد



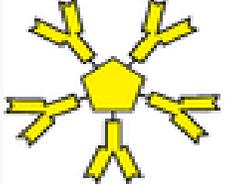
- عندما قورن تتابعات الأحماض الأمينية للسلاسل الخفيفة من مختلف الأضداد، وجد أن تلك السلاسل ذات خواص غريبة. إذ أن تتابع السلاسل يختلف من سلاسل لأخرى لكن الاختلافات تعزى إلى النصف الأول من كل سلسلة، أما بقية السلسلة ففيها نفس التتابع في جميع الأضداد العائدة لنوع معين .



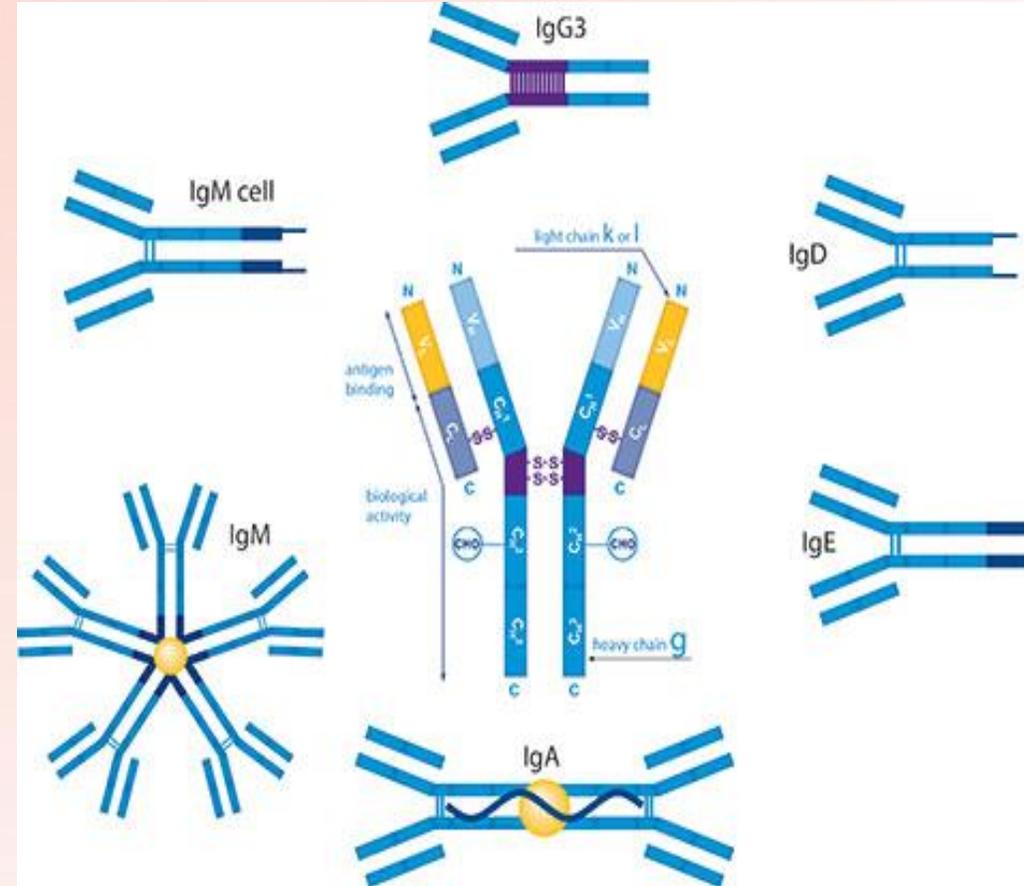
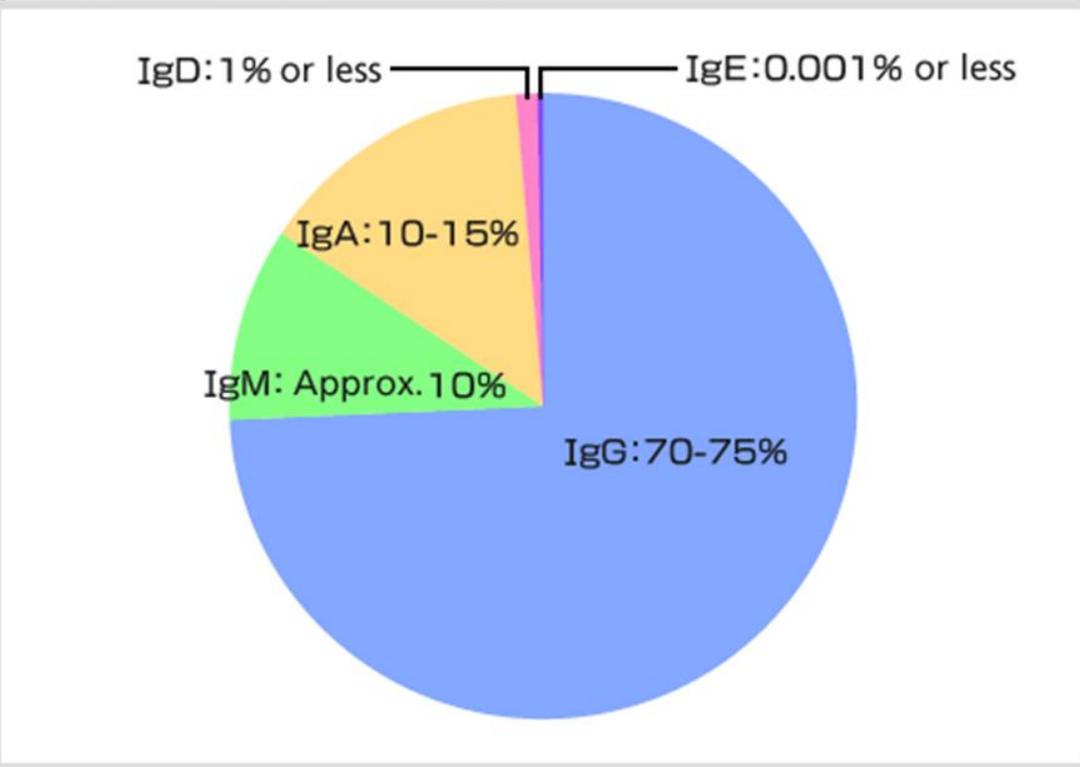
THE ANTIGEN-BINDING (FAB) FRAGMENT

- يتعرف الجسم المضاد على جزيء فريد من المستضد، عبر منطقة فاب Fab المتغيرة.
- كل طرف من الأجسام المضادة يحتوي على موقع (مماثل للقفل) التي هي محددة لموقع واحد معين Epitope (مماثل لمفتاح) على المستضد، يرتبط الاثنان مع بعضهما بدقة عالية.
- باستخدام هذه الآلية يتمكن الجسم المضاد من تحديد العامل الممرض أو الخلية المصابة لكي نهجم من قبل أجهزة الجهاز المناعي المختلفة .
- أو يمكن معادلة المستضد مباشرة . واعتمادا على ارتباط المستضد مع الضد قد تعاق العملية البيولوجية المسببة للإمراضية.
- FAB هي منطقة على الجسم المضاد ترتبط مع المستضدات . تتكون من جزء من المنطقة الثابتة وآخر من المنطقة المتبدلة من كل من السلسيلتين الخفيفة والثقيلة.
- FAB: الموقع المتغير يحتوي على مكان التحام المستضد-الضد (Paratope) وكل ذراع من Y يتحد مع محدد مستضدي epitope على المسضد

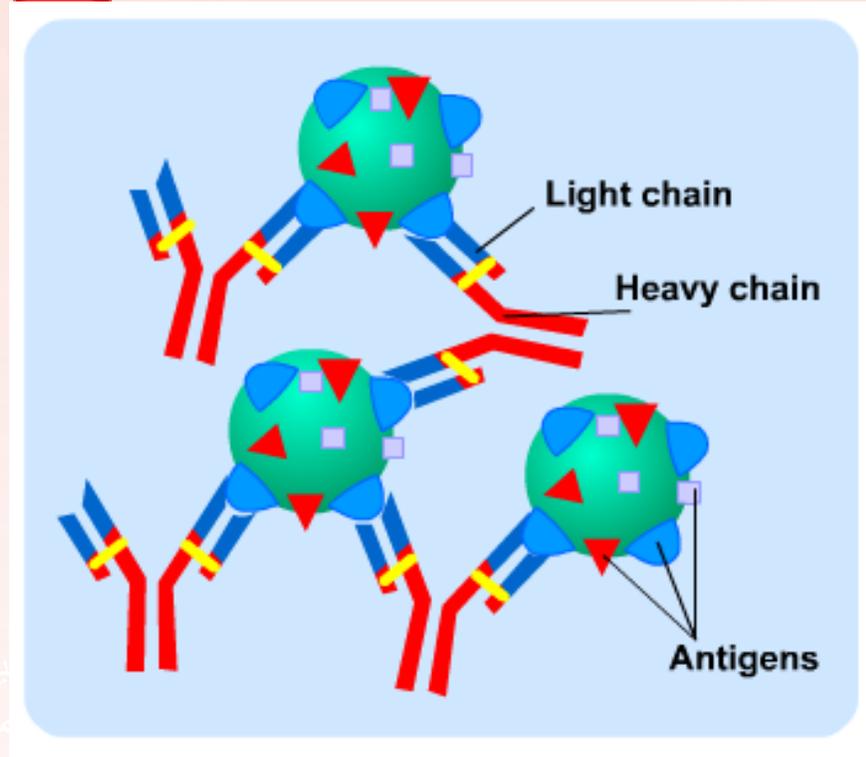
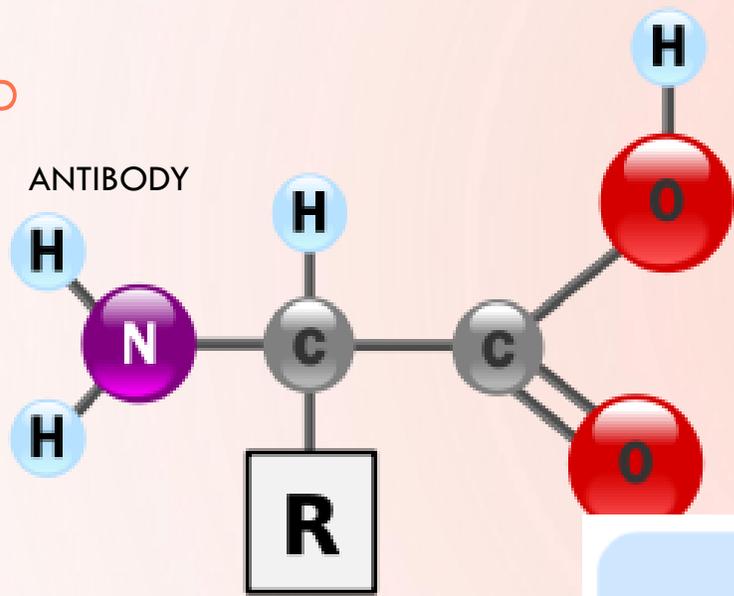
أنواع الأضداد في الثدييات

الاسم	الأنواع	الوصف	مجمعات الأجسام المضادة
غلوبولين مناعي A	2	يوجد في المناطق المخاطية مثل الأمعاء ، المجاري التنفسية و المجارية البولية ، وتحمي هذه المناطق من الاستعمار من قِبل المكروبات	
IgD	1	يعمل بصورة أساسية كمستقبل مستضدات على سطح الخلايا البائية . وظيفته معروفة بصورة أقل من الأنواع الأخرى.	 مفرد Monomer IgD, IgE, IgG
IgE	1	يرتبط بالمستأرجات ويحفز إطلاق الهستامين من الخلايا البدينة ، وله دور في الحساسية . أيضاً يحمي ضد الديدان الطفيلية	 مزدوج Dimer IgA
IgG	4	بأشكاله الأربعة، يوفر أغلبية المناعة المبنية على الأجسام المضادة ضد المكروبات الغازية .	 خماسي Pentamer IgM

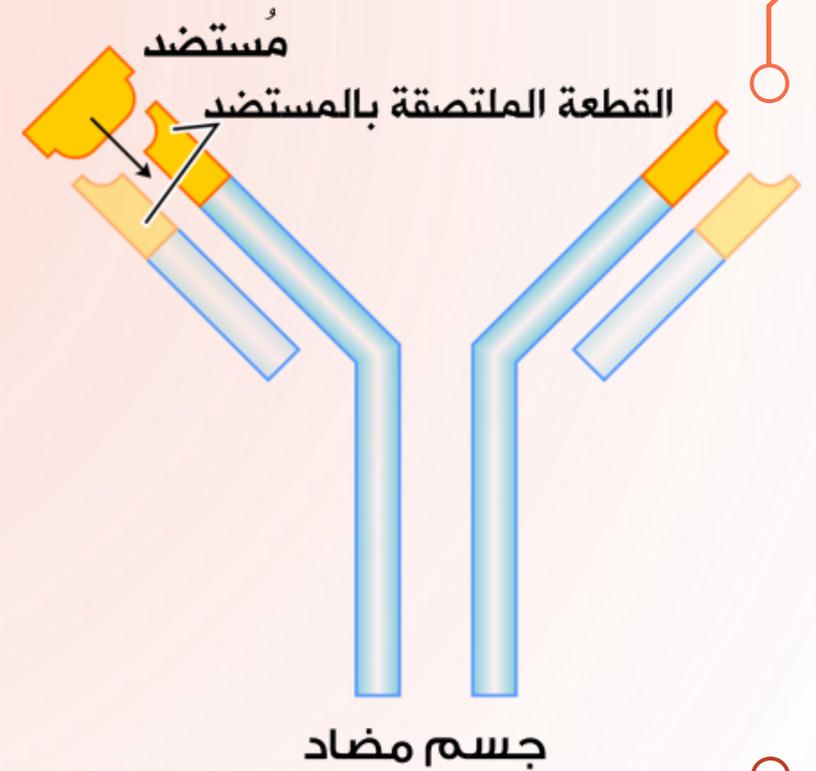
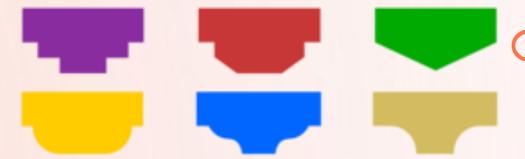
ANTIBODY TYPES



ANTIBODY



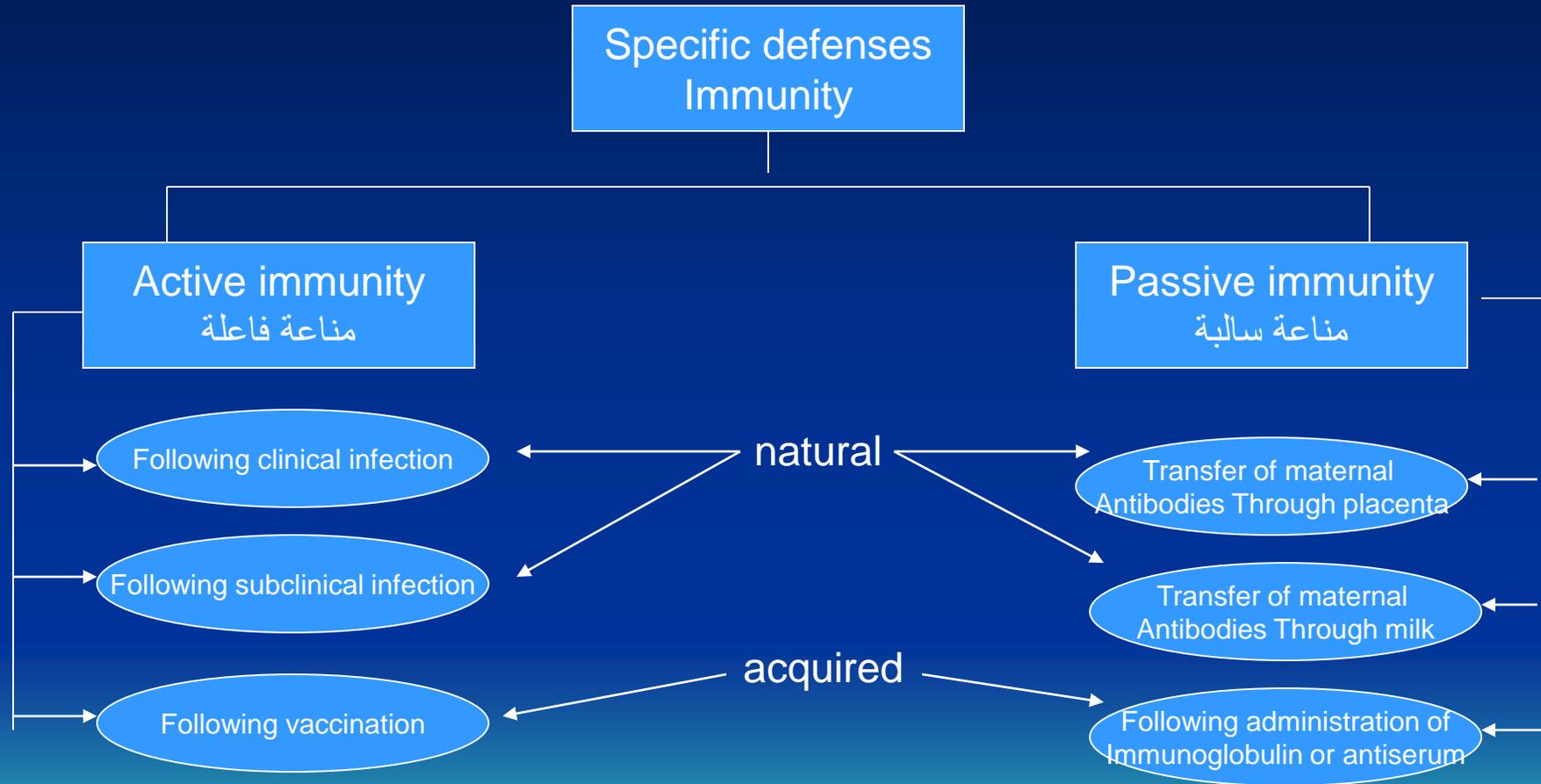
المستضدات



يبنى في الكربون ألفا، لاحظ خذر الأمين
مين، COOH اليسار وخذر الكربوكسيل

Immunization – Vaccination

اللقاحات والتحصين



• -- التلقيح **Vaccination** :

- غالباً ما يؤدي الخمج الطبيعي (Natural Infection) إلى حماية طويلة الأمد للعضوية مع نشوء وتطور الخلايا التائية والبائية الذاكرة وتطويرها (Memory T And B Cells) والقادرة على تكوين استجابة سريعة تجاه الأخماج اللاحقة التي يمكن أن تنجم عن العامل الممرض نفسه . وهناك في الحقيقة العديد من الأخماج التي تسبب أعراضاً سريرية شديدة وحادة ونسبة لا يستهان بها من الوفيات يمكن تجنبها من خلال تحريض خلايا الذاكرة المناعية قبل أن يتعرض الجسم للعامل الممرض،

• -- التمنيع المنفعل **Passive Immunization** :

- يؤمن الانتقال المنفعل للأضداد الأمية (Maternal Antibodies) خلال فترة الحمل والإرضاع حماية محدودة للمولود، سرعان ما تزول نتيجة زوال هذه الأضداد. والتحصين أو التلقيح لتحريض نشوء الخلايا البائية الذاكرة لا يكتب له النجاح خلال الفترة التي تلي الولادة (Neonatal Period) ، نظراً لأن الأضداد الأمومية الموجودة في دم الوليد باستطاعتها معادلة مفعول مستضدات اللقاح وإبطالها، على العكس من ذلك فإن تحريض الخلايا التائية الذاكرة يكون ممكناً في هذه الفترة .

IMMUNIZATION AND VACCINATION...CONT..

• - التمنيع الفاعل **Active Immunization** :

- يمكن تحريض الخلايا التائية والبائية الذاكرة بنجاح أكبر عند استعمال **لقاحات حية (Live Vaccines)**
اللقاحات حية: تحوي على أحياء مجهرية ثم اضعافها بهدف الإقلال من فوعتها . وتكفي جرعة واحدة من هذه اللقاحات عادة لتحريض كل من المناعة الخلطية والمخاطية . وهذه اللقاحات الحية يجب عدم إعطائها للمرضى الذين يعانون من مشاكل مرضية أو مناعية تجنباً لخطورة انتشار الخمج .
- أما **اللقاحات المعطلة (Inactivated Vaccines)** فهي تتألف إما من أحياء مجهرية مقتولة بكاملها أو من منتجات هذه الأحياء المجهرية أو من أجزاء معينة من هذه الأحياء المجهرية . ونظراً لأن هذه الأحياء المجهرية الموجودة في اللقاح غير قادرة على التكاثف وبالتالي على تأمين تنبيه مناعي، لذلك يجب إعطاء مثل هذه اللقاحات مع مادة مساعدة (Adjuvant) على شكل جرعات متعددة . وتعد مادة الشب (Alum) من أكثر المواد المساعدة استخداماً في اللقاحات البشرية حيث تشكل هذه المادة مع بروتين المستضدات راسباً تتحرر من خلاله المستضدات ببطء إلى الجهاز المناعي .

- أما الذوفانات (الذيفانات المعطلة) Toxoids فتتألف من ذيفانات خارجية تنتجها الجراثيم بعد إزالة ضررها (يتم ذلك عادة عن طريق معاملتها بالفورم الدهيد) مع المحافظة على استضادها Antigenicity، ويمكن زيادة الاستضاد في هذه اللقاحات عن طريق مشاركتها مع معلقات لجراثيم أخرى تحوي الذيفانات الداخلية المؤلفة من عديد سكريد شحمي (مثل اللقاح الثلاثي : الشاهوق (السعال الديكي)، الخناق، الكزاز) .

المناعة والجمع

Immunity And Infection

- إن جميع الآليات المناعية التي تعرضنا لها سابقا تهدف إلى فهم أسس الآليات المناعية وعملها في مقاومة العوامل والمسببات المرضية المختلفة.
- الآ أن هذه المسببات الممرضة لا تقف مكتوفة الأيدي تجاه هذه الدفاعات المناعية فهي أيضاً باستطاعتها تطوير واستخدام العديد من الخطط أو العمليات تتجنب من خلالها دفاعات الثوي المناعية.

• -- المناعة تجاه الجراثيم : Immunity To Bacteria

- ان الاستجابة المناعية التي تحفزها الجراثيم تشمل وسائل دفاعية مختلفة مثل تكون الأضداد، دور البلاعم، دور اللفواويات البائية، عمل المتممة اضافة الى الاشارات الكيميائية المختلفة (الستوكينات... الخ.
- وتحصل الوقاية نتيجة لتآزر مختلف العوامل المناعية النوعية وغير النوعية وتداخلها أو عملها مع بعضها.
- إن التفاعلات الخلوية الموجهة ضد الجراثيم تعتمد على نوع الجرثوم وكيفية دخوله وطرق انتشاره في الجسم وتأثيره النوعي المرضي، فعلى سبيل المثال ان نمط تكاثر الجراثيم في الجسم (خارج الخلية أو داخلها) هو الذي يحدد آلية مقاومة الثوي النوعية .

فالجراثيم التي تتكاثر خارج الخلايا (مثل العنقوديات، والعقديات) تعمل على استثارة الاستجابة المناعية التي تشمل تكون الأضداد النوعية (مناعة خلوية).

بينما الجراثيم التي تتكاثر داخل الخلايا (مثل المتفطرات، البروسيلات، اللسترية، السلمونيالات) تميل إلى استثارة التفاعلات المناعية الخلوية

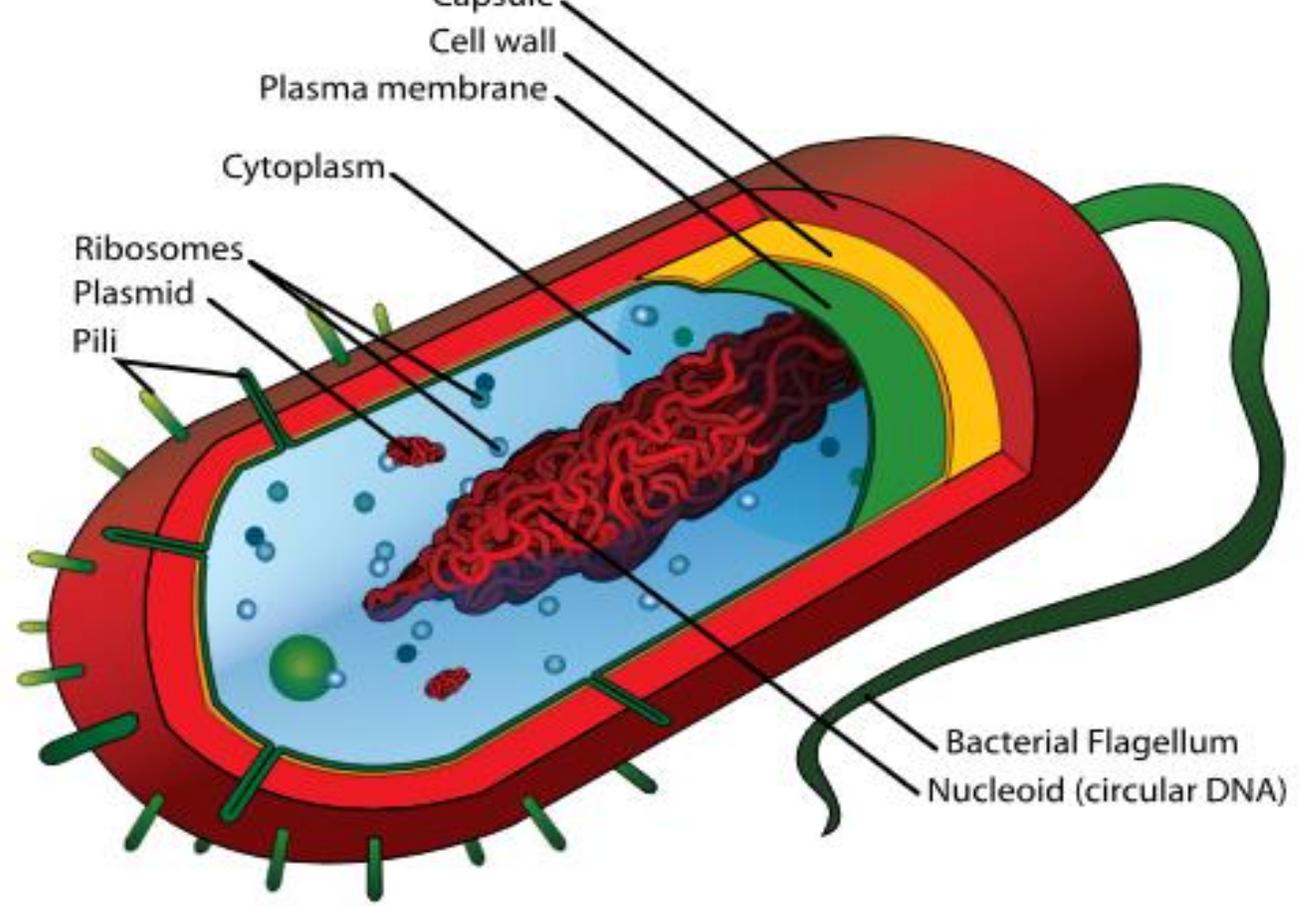
- تتعلق أليات الدفاع ضد خمج جرثومي معين بتركيب وصفات الجرثوم الخامج وبالأليات الامراضية للجرثوم:
- 1- أليات المناعه المرتبطه بتركيب سطح الجرثوم:
- هناك أربعة أنماط أساسية من الجدر الخلوية الجرثومية تنتمي للمجموعات التالية:

- Gram-positive bacteria
- Gram-negative bacteria
- Mycobacteria المتفطرات
- Spirochetes الملتويات

الأليات المناعية ضد الجراثيم Immunity to Bacterial Infections

- تتكون الخلية الجرثومية من سيتوبلازما تحتوي على كافة المكونات الأساسية لبناء الخلية محاطة بالغشاء السيتوبلازمي المحاط بالجدار الخلوي، وفي بعض الأنواع من الجراثيم تكون الجرثومة محاطة بمحفظة كما توجد في بعض أنواع الجراثيم سياط (flagellar) والبعض الآخر أهداب (pilus).
- إضافة الى وجود بعض المكونات السيتوبلازمية التي تشمل البروتينات النووية والإنزيمات والدهون ومواد أخرى
- إضافة إلى افرازات الجراثيم المختلفة مثل السموم كل هذه المكونات تعتبر في أغلبها مواد مستضدية، ولكن نظراً لوجود معظم هذه المواد السيتوبلازمية داخل الخلية الجرثومية فإنها تعتبر اقل أهمية من الناحية المستضدية من المستضدات الأخرى التي توجد على السطح مثل الجدار الخلوي أو المحفظة أو الاسواط أو الافرازات السمية (ذيفانات) من ناحية قدرتها على تحفيز المناعة ضد تلك المستضدات.
- وبناءً على ذلك فالمناعة المتكونة إما أن تكون مناعة خلطية أو خلوية أو كليهما والتي تكون موجهة نحو المستضدات المشار إليها أعلاه.

Bacteria



تكون أمراضية الجراثيم إما بسبب سمومها أو بسبب غزو الجراثيم لأنسجة العائل وتخریبها. المناعة التي تحمي العائل ضد الإصابات الجرثومية، تشمل عوامل كثيرة كلها تدخل تحت خط الدفاعات ضد الجراثيم والتي تشمل الحواجز الطبيعية المتمثلة في الجلد الطبيعي والأغشية المخاطية السليمة وكذلك إفراز بعض المواد الخاصة المضادة للجراثيم وغيرها، كما أن لنوع العائل والعوامل الوراثية والعمر لها أثر كبير على قدرة العائل على مقاومة الإصابات الجرثومية، إضافة للاستجابة المناعية النوعية المتمثلة في المناعة الخلطية والخلوية.

- أن طبيعة الاستجابة المناعية ضد الجراثيم تعتمد على كون هل الجراثيم تنمو وتعيش خارج الخلية اى جراثيم خارجية (extracellular) أو داخل الخلية (intracellular).
- الاستجابة المناعية ضد الجراثيم الخارجية تكون سريعة وفعالة ويقوم بها الجهاز المناعي للعائل من خلال تكوين أجسام مضادة اى مناعة خلطية وأيضا السموم التي تفرزها بعض أنواع الجراثيم تكون الاستجابة ضدها خلطية، حيث تقوم الأجسام المضادة المتكونة ضدها على معادلتها وابطال مفعولها.
- ومن الضروري أن تكون الاستجابة ضد تلك السموم سريعة وفعالة لتفادي إحداثها ضرر في جسم العائل مثل ما يفعل سم الـ Clostridium welchii المسبب للموات الغازي (gas gangrene).
- إذا كانت الجراثيم من النوع الخلوي فهي قد تعيش داخل خلية العائل لفترة طويلة قبل أن تحدث ضدها استجابة مناعية والتي ليست دائماً فعالة وتكون هذه المناعة معتمدة على اللمفاويات التائية اى مناعة خلوية.

تكون الاستجابة المناعية النوعية موجهة نحو ثلاثة عناصر جرثومية هي كالتالي:-

• 1- **المناعة ضد الإصابة بالبكتريا السامة**:- Immunity to toxigenic bacterial infections:

الجراثيم المفرزة للذيفانات تفرز نوعين من الذيفانات تلعب دوراً في امراضه تلك الجراثيم :
ذيفانات خارجية (exotoxins) و ذيفانات داخلية (endotoxins)، :

• ا- **الذيفانات الخارجية**:- exotoxins هي بروتينات ممرضة تفرزها العديد من أنواع الجراثيم (مثل Clostridium tetani و Bacillus species . هذه السموم الخارجية تتأثر بالحرارة heat-labile، ولهذا تستعمل المعالجة بالحرارة لتثبيط نشاطها لتحضير لقاحات منها مثل لقاح ضد الكزاز tetanus،

• ولكن نظراً لوجود أنواع عديدة من الجراثيم التي تفرز أكثر من نوع من السموم سيكون من الصعب تحضير لقاحات ضدها جميعاً في نفس الوقت.

• ب- **السموم الداخلية**:- Endotoxins يتكون جدار الجراثيم السالبة الجرام gram-negative bacteria

من معقد من السكريات المتعددة والدهون والبروتينات، وهذه كلها تشكل السموم الداخلية لتلك الأنواع من الجراثيم.

وتعود معظم الخاصية السمية إلى المكونات الدهنية في الجدار الخلوي والتي تعرف بالدهن A (Lipid A)، بينما تكون السكريات المتعددة هي المسئولة عن الخاصية المستضدية للمستضد O الجسدي somatic antigen، مثل Brucella abortus و Vibrio cholerae. ضمات الكوليرا

• الاستجابة المناعية ضد السموم الداخلية يجب إن تكون قادرة على القضاء على الجراثيم الغازية وفي ذات

الوقت تكون قادرة على معادلة سمومها.

- 2- المناعة ضد الجراثيم التي لها محفظة Immunity to encapsulated bacteria :-
الجراثيم التي لها محفظة من السكريات المتعددة تقاوم أليات الجهاز المناعي أكثر من غيرها، لأن المحفظة من السكريات المتعددة تثبط عملية البلعمة التي تتم بواسطة الخلايا البالعة والكريات البيضاء متعددة النوى أو تثبط عملية الانجذاب الكيميائي لها.
- تعمل المحفظة على التداخل مع المستقبلات الموجودة على البلعميات والكريات البيضاء، وبالتالي تمنع التصاقها بالجراثيم، حيث أن عملية البلعمة تتطلب وجود مستقبلات للمنطقة **Fc** على الأجسام المضادة ومستقبلات **C3b**،
ومن أمثلة الجراثيم التي تحتوي على محفظة Streptococcus pneumonia، التي تسبب داء الرئة.
- تعمل المحفظة في هذه الجراثيم على حمايتها من البلعمة بواسطة البلاعم **السنخية** (alveulor macrophage) في الرئة من خلال تثبيط نشاطها البلعمي، مما يسمح لها بالتكاثر في الرئة.
Haemophil influenza المسببة التهاب القصبات الهوائية (bronchitis) وداء الرئة (pneumonia) هي الأخرى من الجراثيم ذات محفظة التي توفر لها الحماية من الخلايا البلعمية في الرئة. إضافة إلى أنواع عديدة أخرى لها محفظة .
يمكن تحضير لقاحات توفر مناعة وقائية مؤثرة ضد هذا النوع من الجراثيم باستخدام لقاحات تحتوي على مستضدات الكبسولة النقية.

- مستقبل (Fc receptor) هو بروتين يوجد على سطح خلايا معينة مثل الخلايا اللمفية البائية والخلايا المتغصنة والخلايا القاتلة الطبيعية والخلايا الأكلة الكبيرة والخلايا المتعادلة والخلايا الحمضية والخلايا القاعدية والخلايا البدينة والتي تساهم في الوظيفة الدفاعية للجهاز المناعي.
- اسم المستقبل يعني منطقة الجزء القابل للتبلور (fragment crystallizable region).
- يرتبط مستقبل Fc بالأجسام المضادة المرتبطة بالخلايا المصابة أو بالعوامل الممرضة .
- يقوم المستقبل بتحفيز الفعالية البلعية أو الخلايا السمية لتدمير الجراثيم أو الخلايا المصابة بالعدوى بواسطة بلعمة متواسطة بالجسم المضاد antibody-mediated phagocytosis أو سمية خلوية للخلية معتمدة على الجسم المضاد . antibody-dependent cell-mediated cytotoxicity
- بعض الفيروسات مثل الفيروسة المصفرة تستخدم مستقبل Fc للمساعدة في إصابة الخلايا بالعدوى بطريقة تدعى تعزيز العدوى معتمده على الجسم المضاد . antibody-dependent enhancement of infection.
- مسفلات C3b هي إحدى أكبر عنصرين يتشكلان عند انقسام عنصر المتمم C3 ويعتبر جزء هام من المناعة الفطرية (الطبيعية)

• 3- المناعة ضد الجراثيم الخلوية Immunity to intercellular bacteria :-

هذا النوع من الجراثيم هي من النوع المجرى على العيش داخل خلايا العائل. هذه الجراثيم التي تستطيع التهرب من / أو تجنب الجهاز المناعي للعائل، من خلال غزوها لخلايا العائل والعيش فيها بعيداً عن الجهاز المناعي وهي أيضاً قد تغزو بعض الخلايا المناعية ومثلها في ذلك مثل بعض الفطريات والطفيليات، مما يجعل الأجسام المضادة والتمتع غير قادرة على الوصول إليها، كما أن الكريات البيضاء والبلاعم الأخرى لا تستطيع تمييزها على أنها غريبة.

كما أن معظم الجراثيم الخلوية تمتلك وسائل لمقاومة وحماية نفسها من الجهاز المناعي مثل

Brucella abortus التي لها جدار مقاوم يتخرب بواسطة الإنزيمات الحالة في البلاعم (phagosome-lysosome)

أيضاً توجد جراثيم مثل *Corynebacterium pseudotuberculosis* لها جدار خلوي دهني سام للبلعميات.

الجراثيم الخلوية تتم مقاومتها من قبل الجهاز المناعي للعائل بواسطة المناعة الخلوية التي تعتبر أساس مقاومة الجراثيم من خلال إنتاج خلايا تائية محسنة وبلعميات منشطة، حيث يتم إبراز مستضدات الجراثيم الخلوية على سطح البلعميات بعد عملية تحضير المستضد بالارتباط مع معقد التوافق النسيجي وفي هذا الإطار ترتبط البلعميات مع الخلايا التائية المحسنة لإنتاج عامل تنشيط البلعميات (*macrophage activating factor*)، مثل الجاما انترفيرون وكل هذه السلسلة المعقدة من العمليات ضرورية لتكوين مناعة مؤثرة ضد هذا النوع من الجراثيم المرضية.

المناعة النوعية ضد الإصابة بالجراثيم:-

هناك ثلاث آليات أساسية تستطيع بواسطتها الاستجابة المناعية النوعية مقاومة غزو الجراثيم وهي كالتالي:-

- 1- معادلة (neutralization) السموم والإنزيمات الجرثومية بواسطة الأجسام المضادة.
- 2- قتل الجراثيم بواسطة الأجسام المضادة والمتمم والإنزيمات الحالة ومضادات الجراثيم الموجودة في افرازات الجسم وفي البلعميات.
- 3- إعداد الجراثيم للبلعمة (opsonization)، بواسطة الأجسام المضادة (والمتمم) مما يؤدي إلى بلعمتها وتحطيمها بواسطة البلعميات.

وسائل مقاومة أو تهرب الجراثيم من الاستجابة المناعية:-

يكون للجراثيم آلية متطورة تستطيع بواسطتها تجنب أو التهرب من الاستجابة المناعية للعائل. وكما اشير اعلاة بعض الجراثيم تستطيع حماية نفسها من الجهاز المناعي مثلاً بواسطة المحفظة المضادة للبلعمة (anti-phagocytosis capsule) أو باختيارها التطفل الخلوي (اي بالعيش داخل خلايا العائل)، وبالتالي تؤخر مهاجمتها من قبل مناعة العائل.

بينما تفرز بعض الجراثيم مواد مثبطة لعملية البلعمة. مثال ما تفعله E. coli و Mycobacterium tuberculosis ،

الآليات الدفاعية الموجهة ضد الجراثيم

.. *مهاجمة جدار الخلية الجرثومية المكون من ببتيدات سكرية من قبل الليزوزيم

• * الجراثيم تحرر ببتيدات تؤدي إلى جذب كيميائي للكريات البيضاء متعددة الأشكال (القعدات، والحمضات، العدلات)

• * ترتبط الكريات متعددة الأشكال والبلاعم من خلال مستقبلاتها بالسكريات الجرثومية ومن ثم تقوم ببلعمتها ببطء .

• * تحرض الجراثيم البلاعم على إفراز السيتوكينات الالتهابية مثل (انترلوكين 1 و6، وعامل النخر الورمي ألفا) .

• * عديدات السكريد الشحمية الجرثومية والذيفانات الداخلية تنشط المتممة وعمليات أخرى تؤدي في النهاية إلى حل الجراثيم سالبة الغرام (ولكن ليس موجبة الغرام).

• * عديدات السكريد عند بعض الجراثيم (المكورات الرئوية على سبيل المثال) قد تنشط الخلايا البائية (دون الاعتماد على الخلايا التائية المساعدة) والذي ينجم عنه تكوين الغلوبولين المناعي IgM بكمية تكفي لتلازن الجراثيم وتنشيط المتممة

• * معالجة المستضدات الجرثومية من قبل الخلايا البائية يؤدي إلى تحريض استجابة بعض الخلايا التائية وإلى إنتاج أضداد شديدة النوعية، فالغلوبولين المناعي IgG يقوم بمعادلة المواد الجرثومية المنحلة (مثل الذيفانات) والغلوبولينات المناعية IgA تقي السطوح المخاطية من التصاق الجراثيم بها، كما تنشط المتممة و عملية البلعمة .

- الليزوزيم (lysozyme): هو إنزيم يقوم بتسريع هدم جدار الخلايا الجرثومية ويعتبر من خطوط الدفاع الطبيعية Innate Immunity
- يوجد هذا الإنزيم في الكثير من الأنسجة وبخاصة في الإفرازات الدمعية و الأنفية واللعاب وفي الجلد والسبيل الهضمي وافرازات الجهاز التناسلي الانثوي.
- ويوجد أيضا بشكل كبير في بياض البيض غير المطهي،
- يستخدم الليزوزيم المستخرج من بياض البيض في الصناعات الغذائية والدوائية ومستحضرات التجميل
- الاستخدامات الغذائية مرتبطة بخواص هذا الإنزيم كمادة حافظة وحاملة؛ كما يمكن استخدامه كإضافة في المنتجات الغذائية للأطفال وكبديل غذائي لمواد التحلية المستخدمة في الحمية الغذائية. بينما استخدام الليزوزيم في الصناعات الدوائية يكون بسبب بخواصه كصاد حيوي ومضاد للالتهاب.

انزيم الليزوزيم كعامل مضاد للجراثيم Lysozyme as an Antibacterial Agent

- الليزوزيم قادر على تحطيم الروابط الكيميائية في جدار الخلية الخارجي للبكتيريا.
- حيث يستهدف الليزوزيم جدران الخلايا البكتيرية التي تحتوي على طبقة من بيتيدوغليكان،
- طبقة بيتيدوغليكان يحتوي على جزيئات متناوبة تسمى N- أسيتيل غلوكوسامين وحمض N- أسيتيل موراميك. هذه الجزيئات تشكل سلسلة قوية من السكاكر التي تعمل بمثابة العمود الفقري للجدار الخلية. يتم تكسير الروابط بين N-أسيتيل غلوكوسامين و N-أسيتيل موراميك أسيد بواسطة الليزوزيم. وحالما يتم تحطيم هذه السلسلة من قبل الليزوزيم، تموت الخلية .
- في حال البكتيريا إيجابية الجرام، تكون طبقة بيتيدوغليكان على السطح الخارجي للخلية.
- بينما تكون هذه الطبقة في البكتيريا سالبة الجرام، أعمق من ذلك . لهذا السبب، يخرب الليزوزيم البكتيريا إيجابية الجرام بسهولة أكثر من البكتيريا سالبة الجرام

الأضرار الناجمة عن الاستجابات المناعية الموجهة ضد الجراثيم Damages Caused By Immune Responses To Bacteria

- تسبب العقديات الحالة للدم من المجموعة A التهابات في الحلق وحمى قرمزية تزول بفعل الاضداد النوعية إلا أن بعض عترات العقديات تحوي على محددات الـ Epitopes (تظهر وتوجد على سطح أنسجة القلب، حيث ترتبط بها الأضداد (الموجهة في الأساس ضد الجراثيم الخامجة) في مكان تواجدها في أنسجة القلب مما يؤدي إلى حدوث تحلل بوساطة المتممة وتسمم خلوي مرتبط بالأضداد وهو ما يدعى (بأمراض القلب الرثوية rheumatic heart disease) .
- هناك العديد من الأمثلة عن أمراض المعقدات المناعية التي تلي الإصابة الجرثومية مثل :
 - التهاب الشغاف الجرثومي تحت الحاد، وإنتان الدم بالنيسرية البنية وغيرها .
 - قد تترسب المعقدات المناعية الجوالة في الدورة الدموية في السوائل الزليلية والكبيبات الكلوية مسببة آلاماً مفصلية و التهاب كبيبات الكلى.
 - كما أن إنتاج اللمفوكينات يسبب تراكم أعداد كبيرة من البلاعم تؤدي إلى تشكل خلايا ظهارية أو تنصهر وتندمج هذه البلاعم مشكلة خلايا عملاقة .
- يبقى العامل الممرض مختبئاً أحيانا ضمن الورم الحبيبي النخري المتليف وهذه الأورام الحبيبية غير الوظيفية قد تحل مكان مناطق واسعة من النسيج الطبيعي وهذا ما يلاحظ على سبيل المثال في رئات المصابين بالتدرن (السل)

Mycobacterium

- الجراثومة الفُطرية أو المتفطرة (الاسم العلمي : Mycobacterium) هي جنس من البكتيريا المنفطرة يتبع فصيلة المتفطرات من رتبة الشعيات Actinobacteria وهو الجنس الوحيد في فصيلة المتفطرات.
- تتميز بجدار خلوى غني بالدهون يجعلها غير قابلة للصبغ باستخدام الصبغات العادية المستعملة مع الأنواع الأخرى من البكتيريا مثل صبغة غرام ويساهم كذلك في جعلها مقاومة لتأثير أغلب المضادات الحيوية المعروفة.
- تعتبر المتفطرات طفيليات داخل خلوية تتسبب في كثير من الأمراض المعدية، ومن أشهرها الدرن الذي تسببه المتفطرة السلية ومرض الجذام leprosy الذي تسببه المتفطرة الجذامية
- تكثر حالات العدوى بهذه البكتيريا بين المرضى الذين يعانون قصوراً في المناعة، حيث يظهر هذا واضحاً في المصابين بمتلازمة عوز المناعة المكتسب حيث تبلغ نسبة الإصابة بالسل حوالى ثلث الحالات.
- سميت الجراثومة الفُطرية بهذا الاسم من البادئة الإغريقية myco- والتي تعني "فُطر" إشارة إلى الطريقة التي لوحظ بها نمو الجراثومة الفطرية على سطح المُسْتَنْبَت بنمط يشبه نمو العفن

Immunity To Viruses

- لا تستطيع الحمات التكاثر خارج خلايا الثدي، لذلك تعبر إلى داخل الخلية بعد أن تلتصق على الخلية المناسبة عبر المستقبلات السطحية النوعية ومن ثم يعبر إلى داخل الخلية.
- إن تكاثر أو تنسخ الحمة قد يؤدي إلى تخريب خلية الثدي وقد لا يؤدي إلى تخريبها حيث تبقى المورثات الفيروسية كامنة فيها لفترات طويلة . وفي بعض الحالات تقوم المورثات الفيروسية المتكاملة (المندمجة) مع مجين خلية الثدي بتنشيط المورثات الورمية الخلوية والذي يؤدي إلى نشوء الاستحالات الخبيثة .

• موجز عن الآليات الدفاعية الموجهة ضد الفيروسات

- يحرض تكاثر الفيروسات الخلايا المخموجة على إنتاج الانترفرون ألفا وبيتا والذي يحمي الخلايا المجاورة من الخمج .
- كما يحرض الانترفرون الإنظيمات التي تثبط ترجمة الرنا المرسال إلى بروتينات، الأمر الذي يحول في النهاية الى وقف دور الخلية في عملية تنسخ وتكاثر الحمة . ، * تلتقط البلاعم وبشكل غير نوعي الحمات وتقتلها مع التنويه إلى أن هناك بعض الحمات تستطيع البقاء حية ضمن البلاعم وتتكاثر . وتجدر الإشارة إلى أن الحمات لا تحرض عادة البلاعم على إفراز السيتوكينات الالتهابية

- معالجة المستضدات الحموية من قبل الخلايا البائية وتقديمها إلى الخلايا التائية Th2 (الخلايا التائية المساعدة المنتجة للانترلوكين (4، 5، 10) والمحرضة على تنشيط الخلايا البائية) يحرض على إنتاج أضداد عالية الألفة . والأضداد تكون فعالة ضد الحمات الحرة أكثر منها ضد الحمات المرتبطة بالخلية . والأضداد النوعية للـ (Epitopes) المسؤولة عن الارتباط على المستقبلات الخلوية تقي من عملية التصاق الحمة ودخولها إلى الخلية . وهذه الأضداد هي بالدرجة الأولى من نوع الغلوبولينات المناعية IgG، و IgM و IgA، أما الحمات المغطاة بالأضداد فيتم تخريبها إما عن طريق تنشيط المتممة أو عن طريق بلعمتها .

- * المستضدات الحموية التي يتم معالجتها داخل الخلية والتي تؤدي إلى ظهور ببتيدات حموية، يتم التعرف عليها من قبل مستقبلات اللمفيات التائية السامة للخلايا (CD8)، حيث تقوم هذه الخلايا بتخريب الخلايا المخموجة بالحمة بشكل فعال معطية حماية طويلة الأمد ضد حدوث خمج ثاني بالحمة نفسها.

- * الجسيمات الحموية الحرة التي يتم بلعمتها تنبه بشكل نوعي الخلايا التائية Th1 (الخلايا التائية المساعدة المنتجة للانترلوكين 2، والانترفررون غاما، وعامل النخر الورمي بيتا والمحرضة على تنشيط البلاعم) من أجل إفراز الانترفررون غاما والذي يشابه الانترفررون ألفا وبيتا في حمايته للخلايا المجاورة من الخمج . إضافة إلى ذلك فإن الانترفررون غاما ينشط آلية القتل للخلايا القاتلة الطبيعية .

خطط الفيروسات في تجنب الآليات المناعية

- تستطيع بعض الحمات تعديل بنية مكوناتها التي تعد هدفاً للاستجابة المناعية وهو ما يدعى بالاختلافات المستضدية (Antigenic Variation) .
 - فالطفرات النقطية (Point Mutations) في المورثات المرزمة للمستضدات الفيروسيّة تسبب تغييرات بنيوية طفيفة (الانحراف المستضدي A. Drift) مثل مستضدات H , N لفيروس الانفلونزا
 - بينما يسبب تبادل قطع كبيرة من المادة الوراثية مع حمات أخرى تغييرات في بنية المستضد بكامله (الزحان المستضدي A. Shift)
- والانحراف المستضدي للراسّة الدموية لحمّة النزلة الوافدة A يحدث في الحقيقة قبل كل جائحة نزلة وافدة خفيفة سنوية،
- بينما الجائحات الشديدة بهذه الحمّة مثل جائحة عام (1918، 1957، 1968، 1977) فتعزى الى الزحان المستضدي للراسّة الدموية و النيورامينداز H and N.. الموجودة على غلاف فيروس الانفلونزا
- مثال آخر الحمات التي تصيب خلايا الجهاز المناعي حيث تؤدي هذه الإصابة إلى تثبيط عمل هذه الخلايا المناعية ووظائفها والحمات التي تسبب مثل هذه الإصابات عديدة نذكر منها، حمّة ايبشتين – بار (تصيب الخلايا البائية)، حمّة الحصبة، حمّة عوز المناعة (تصيب الخلايا التائية)، حمّة إيبولا (تصيب البلاعم) .

الأضرار الناجمة عن الاستجابات المناعية الموجهة ضد الفيروسات

- العديد من الحمات وفي مقدمتها حمة التهاب الكبد البائي (Hepatitis B Virus) تسبب مرضاً مناعياً ذاتياً مزمناً (Chronic Autoimmune Disease) نتيجة لتحرر مستضدات ذاتية لا يتحملها الجسم بعد تأذي النسيج الكبدي .
- كذلك فإن معقدات الأضداد المضادة للحمة مع المستضدات بإمكانها تنشيط المتممة في الأوعية الدموية والمفاصل والكبيبات الكلوية مما ينجم عنه التهاب الأوعية والشرابين وكبيبات الكلى .
- إضافة إلى ذلك قد تخرب الخلايا التائية السامة للخلايا الخلايا الحاوية على المستضدات الحموية، حيث يلاحظ ذلك عند الإصابة بحمة كوكساكي (التهاب عضل القلب)، حمة النكاف (التهاب السحايا والدماغ) .

الاختلافات المستضدية Antigenic Variation

• الانحراف المستضدي : Antigenic Drift

- وهو عبارة عن طفرة نقطية أو تغير طفيف وتراكمي يصيب إحدى قطع الحمض النووي RNA، هذا التغير يصيب عدداً محدوداً من النيوكليوتيدات وينجم عنه شفر حمض أميني آخر مختلف وبالتالي تكون بروتين جديد.
- يؤثر هذا التغير في منطقة ارتباط الأضداد على هذا المستضد ، ونتيجة لذلك تصبح هذه الأضداد غير قادرة على التعرف على الفيروس ومنع تكاثره وانتشاره ضمن الأشخاص الممنعين مسبقاً. والانحراف المستضدي يشاهد عند جميع الأنماط الثلاثة لفيروس الانفلونزا A,B,C وينجم عنها انخفاض مناعة الجسم أو فقدانها أو عدم فاعلية التمنيع باللقاحات.

• الزيحان المستضدي : Antigenic Shift

- وهو تغير كبير ومفاجئ في الخواص المستضدية الفيروس يلاحظ عند فيروس الانفلونزا A فقط. تحدث هذه الظاهرة عندما تصاب الخلية بفيروسين مختلفين أو بعترتين مختلفتين من نفس الفيروس بنفس الوقت **Coinfection**، وينجم عن ذلك إعادة ترتيب لقطع الحمض النووي الثمانية والذي يؤدي الى ظهور تحت أنماط جديدة تمتلك مزيجاً من المستضدات السطحية (HA و / أو NA) لكلا العترتين الأصليتين.
- فعلى سبيل المثال لو حدثت العدوى بعترتين من مثل H3N2 و H5N1 بنفس الوقت فإنه بسبب هذه الظاهرة قد تنشأ تحت أنماط جديدة من مثل H3N1 أو H5N2 والتي لا تمتلك العضوية تجاهها أية مناعة وبالتالي فإن المناعة السابقة للشخص المصاب تصبح غير فاعلة ويتمكن الفيروس الجديد من الانتشار والانتقال بسهولة وإحداث المرض.

المناعة المضادة للفيروسات

- أولاً: المقاومة الطبيعية للفيروسات: ترتبط المقاومة الطبيعية للأمراض الفيروسية بعوامل عديدة مثل: النوع، والسن، والجنس، والحالة الغذائية، والتركيب الوراثي، والعوامل البيئية، ووجود إصابات بأمراض أخرى.
- السن: حيث إن بعض الإصابات الفيروسية تكون بصورة أكثر في الأعمار الصغيرة منه في السن المتقدم، وعند هذا الأخير يكون جهاز إنتاج الأجسام المضادة أكثر استجابة، بالإضافة إلى أنه مع تقدم السن تزداد طرق المقاومة ضد الإصابات الفيروسية؛.
- التغذية: يرتبط استنساخ أو تكاثر الفيروس بالحالة الغذائية لخلايا المصابة، حيث يزداد تركيز الفيروس مع زيادة العناصر الغذائية، فقد وجد مثلاً أن الأفراد ناقصي التغذية أو الذين يعانون من سوء التغذية أقل قابلية للإصابة ببعض الفيروسات من الأفراد طبيعياً التغذية. مثل الإصابة بفيروس التهاب المخ، في المقابل فإن الحالة الغذائية قد لا تؤثر على الإصابة ببعض الفيروسات مثل الإصابة بفيروس الأنفلونزا، والحصبة، والجذري. وعموماً، فإن الفيروسات تتضاعف أكثر في حالة الخلايا السليمة منه في الخلايا التي تأثرت نتيجة نقص التغذية أو بعوامل أخرى.
- تأثير عوامل أخرى: قد تمنع الإصابة ببعض الفيروسات الإصابة ببعض الفيروسات الأخرى، فقد وُجدَ هذا في الفيروسات التي تصيب النبات والحيوان والبكتيريا؛ فمثلاً في إحدى سلالات فيروس الحمى الصفراء التي تصيب الخلايا العصبية (نيروتروبك)، إذا أصابت الجسم فإنها تمنع تضاعف أي تحول دون الإصابة بسلالة أخرى تصيب الخلايا الأحشائية (فيروتروبك). وهي إصابة قاتلة وتسمى هذه الظاهرة بالتداخل (أي التداخل بين سلالات من الفيروس نفسه وكذلك الفيروسات المختلفة. وبالمثل فإن فيروس حمى الوادي المتصدع إذا أصاب القرود فإنه يحميها من الإصابة بفيروس الحمى الصفراء. وهذه الفيروسات ليست ذات قرابة سيولوجية، وعليه فإن الأجسام المضادة المتخصصة ليس لها دخل في هذه العملية. ولتفسير هذه الظاهرة يعتقد أن عملية التداخل هذه ترجع إلى تنافس الفيروسين على المحتويات الخلوية أو الأماكن القابلة للإصابة في الخلية.

ثانياً: المناعة المكتسبة النشطة ضد الفيروس

- وقد تؤدي المناعة الناتجة عن التعرض للمرض الفيروسي إلى مقاومة مستمرة نسبياً، كما في حالات الحمى الصفراء والجذري. ولكن بعض الأمراض الفيروسية الأخرى مثل الأنفلونزا قد تؤدي إلى مناعة مؤقتة. لذلك اقترح العالم برننت: أنه لكي تطول مدة المناعة وتكون أكثر فاعلية يجب أن يتحقق شرطان هما:
 - يجب أن ينتشر الفيروس عن طريق الدم، وبذلك يعطي فرصاً أكثر لكل الأعضاء الأخرى في الجسم المسؤولة عن إنتاج الأجسام المضادة أن تتعرض له.
 - عند حدوث الإصابة الثانية Secondary infection يجب اعتراض الفيروس من قبل الأجسام المضادة المتشكلة من قبل أن يصل إلى الخلايا القابلة للإصابة، أي ضرورة بقاء بعض من جزيئات الفيروس من الإصابة الأولى كي تستحث الخلايا المناعية باستمرار.
 - أو يمكن القول أن وجود كمية باقية من الفيروس في الجسم نتيجة للإصابة الأولى هو المسؤول عن استمرار تكوين الأجسام المضادة، ومن ثم إطالة فترة المناعة. وهذا ما يعرف بالمناعة الباقية (للفيروسات الكامنة)، وقد لا يكون الفشل في رصد الفيروس داخل الجسم دليلاً على عدم وجوده.
- ثالثاً: المناعة الفاعلة (النشطة):
 - لاحظ ادواود جينر (1796) أن العاملات اللاتي يقمن بحلب الأبقار المصابة بجذري البقر-فاكسينيا Vaccinia virus- لديهن مناعة للإصابة بجذري الإنسان Pox virus الشديد في إصابته. ولذلك استخدم سلالة خفيفة من فيروس جذري البقر (حيث إن هذا الفيروس خفيف التأثير على الإنسان ولا يسبب أعراضاً ملحوظة) لصنع لقاح ضد فيروس جذري الإنسان الذي يسبب مشاكل صحية كبيرة وأعراضاً خطيرة- وكانت هذه أول فكرة لإنتاج لقاح يستخدم لتحسين الناس ضد الأمراض الفيروسية.
 - يمكن تحقيق هذا النوع من المناعة بثلاث طرق مختلفة:
 - أولاً: حقن الفيروس الطبيعي الشديد (الممرض) بشكل مخالف للإصابة الطبيعية به:
 - وهي من أقدم الطرق حيث كان يستخدمها الصينيون القدماء للوقاية من الجذري، بحقن الجلد بمادة البثرات المستخلصة من مريض بحالة معتدلة. ولكن هذه الطريقة خطيرة لأنها ربما تؤدي إلى ظهور حالات مرضية مميتة.

• ثانياً: الحقن بفيروس حي معدل (تم إضعافه):

• وتستعمل هذه الطريقة لبناء المناعة ضد فيروس مرض الكلب (السعار)، والحمى الصفراء، وحمى دنجى، وطاعون الماشية، وأمراض أخرى؛ ففي حالة مرض الكلب فإن الفيروس يتكاثر في الجهاز العصبي المركزي وفي الغدد اللعابية للكلاب. وقد وجد أن عدة تمريرات للفيروس في النخاع الشوكي للأرنب تساعد على زيادة سرعة تضاعف الفيروس في المخ ولكن تقلل من قدرته على اختراق الخلايا والتكاثر في الغدد اللعابية.

وبعد عدة تمريرات أخرى، وجد أن فترة الحضانة للفيروس تصبح قصيرة وثابتة، ويفقد الفيروس بعد ذلك قدرته على التكاثر والتضاعف في أية أنسجة أخرى غير العصبية، ويعرف هذا الفيروس المعدل بالفيروس الثابت (المثبت). هذا وقد ثبت أن حقن الإنسان بالفيروس المعدل (فاقد القدرة على إحداث العدوى) تحت الجلد عدة مرات (21 مرة) يعطيه درجة عالية من المناعة ضد فيروس مرض الكلب.

• وفي حالة فيروس الحمى الصفراء فإن التمرير المتتابع للفيروس في مزارع الأنسجة يقلل بدرجة ملحوظة من قدرة الفيروس على إحداث المرض، وبهذا يمكن استخدام هذا الفيروس المعدل في بناء مناعة طويلة الفعالية عند الإنسان.

- خلال سبتمبر 2014 تم إنتاج لقاح للوقاية من الإصابة بفيروس إيبولا (الذي أحدث وباء في غرب إفريقيا) ويتكون هذا اللقاح من جزء من الجين الخاص بالبروتين السطحي للفيروس، يتم ادخاله في فيروس من سلالة ضعيفة لفيروس ادينو الذي يصيب الشمبانزي (هذا الفيروس غير ممرض للبشر) لكن يعد ناقلاً له، بحيث إذا حقن به الإنسان يحفز الخلايا المناعية على تكوين أجسام مضادة خاصة بفيروس إيبولا تحمي الجسم من الإصابة به. وفي التوقيت نفسه تم إنتاج نوع آخر من اللقاح بالكيفية نفسها، ولكن يستخدم فيروساً آخر يصيب حيوانات المزارع وهو "فيسيكيولار ستوماتيتيس Vesicular Stomatitis". من عيوب هذه الطريقة (استخدام فيروس معدل حي) فمن المحتمل أن يتحول الفيروس المعدل في ظروف خاصة إلى فيروس قادر على إحداث الإصابة.
- اثالثاً: الحقن بالفيروس المقتول (أو بعض مكوناته):
- تتم معاملة بعض الفيروسات بالفورمالين أو الفينول أو الأشعة فوق البنفسجية أو معاملات أخرى تؤدي إلى قتل الفيروس. وبالرغم من ذلك فإن بروتينات هذه الفيروسات المقتولة -تظل محتفظة بكيانها-قادرة على إكساب الحيوانات المحقونة بها درجة عالية من المقاومة؛ حيث تحفز تكوين الأجسام المضادة بمعايير مرتفعة .
- وقد استخدمت هذه الطريقة في التطعيم ضد فيروس شلل الأطفال (تطعيم سولك وهو عالم أمريكي) في عام 1957م، ثم طوره سابين إلى جرعات تؤخذ عن طريق الفم بدلاً من الحقن. من مميزات هذه الطريقة أن الفيروس المقتول يكون غير قادر على إحداث الإصابة. ولكن من عيوبها أنها تحتاج إلى جرعات إضافية باستمرار لعدم قدرة الفيروس على التضاعف والاستمرار داخل الجسم مما يجعل التحصينات بهذا النوع من الفيروسات قصيرة المدى مناعياً بحيث ينخفض تركيز الأجسام المضادة إلى المستوى غير الواقي في غضون شهور قليلة.
- أما فيروسات الإنفلونزا النوع A فيحدث لبعضها طفرات وبشكل مستمر (تغيير في الطبيعة الأنتيجينية) لذلك يتم إعطاء اللقاح الخاص بفيروس الإنفلونزا كل عام ويسمى اللقاح الموسمي

رابعاً: المناعة السالبة (المنفعة) ضد الفيروسات:

- تعتمد كفاءة المناعة السالبة للفيروسات على إعطاء الجرعات الكافية من المصل (الأجسام المضادة الجاهزة المتكونة عن طريق الإنسان بعد إصابته سابقاً، أو باستخدام بعض الحيوانات، أو عن طريق الهندسة الوراثية) قبل التعرض للإصابة بالفيروس، أو بعد فترة وجيزة من الإصابة به أو الحقن الصناعي.
- وقد تبين أن إعطاء المصل (السيرم) المضاد بعد الإصابة عديم الجدوى، وعليه فإن الدور الذي يلعبه الجسم المضاد في هذه الحالة هو تحديد أماكن الإصابة مما قد يساعد على عدم انتشارها.
- استخدمت مثل هذه الطريقة في علاج تفشي وباء فيروس إيبولا غرب إفريقيا، حيث كان هناك صعوبة في إنتاج لقاح ضد هذا الفيروس، فقد تم إنتاج خليط من ثلاثة أنواع من الأجسام المضادة وحيدة النسيلة (Monoclonal) ينتج جزء منها في الفئران والجزء الآخر في أحد أصناف نباتات الدخان (تستغرق هذه العملية حوالي بضعة أشهر في عملية الإنتاج)، وتقوم هذه الأجسام المضادة المنتجة بالطريقة السابقة بالارتباط وغلقي أماكن الارتباط الموجودة على سطح غلاف الفيروس داخل جسم المريض، وبذلك تمنعه من الالتصاق بالخلايا التي يصيبها، حيث يتناول المصاب عدداً من الجرعات تكفي للتخلص من الفيروس.
- آلية عمل الأجسام المضادة:
- تعمل الأجسام المضادة للفيروسات عن طريق عدة آليات منها ما يلي:
- حماية الخلية ضد دخول الفيروس، إما بتثبيطه، أو بقتله، أو ربما بتعجيل عملية الالتهايم.
- العمل على عدم انتقال الفيروس من خلية إلى أخرى، أي الحد من انتشار الفيروس.
- قد تمنع وصول الفيروس إلى الأماكن القابلة للإصابة.
-
-