أساسيات المناعة

المناعة هي القوة التي يكتسبها الجسم ليقاوم الأخماج ويتغلب عليها، أي وسائل دفاع الجسم البشري ضد غزو الجراثيم التي تسبب المرض. ويمكن تعريفها بأنها مقدرة الجسم على مقاومة الأحياء الدقيقة والذيفانات وبعض المركبات الغريبة عن الجسم، التي يمكن أن تضره وتؤذيه،كما يمكن تعريف المناعة بشكل أكثر شمولاً على أنها مختلف الطرائق التي يتجاوب بها الجسم تجاه المركبات والعناصر الغريبة وفي بعض الأحيان مكونات الجسم نفسه، التي تكون بتماس مباشر مع الأنسجة، في محاولة من الجسم للتخلص من هذه المركبات والعناصر وإبطال تأثيرها الضار .فالجسم السليم مزود بجميع النظم الدفاعية التي تقيه من كل العوامل الخارجية والداخلية الضارة به، وهي كثيرة ومتنوعة تماماً ككثرة أنواع الوافدات الضارة بالجسم .ويكتسب الإنسان المناعة طبيعياً بالتعرض المتكرر للجراثيم.

يكتسب الأطفال قبل الولادة المناعة من أمهاتهم عبر انتقال الأضداد من الأم إلى الجنين عبرالمشيمة فتوفر هذه المناعة المنفعلة حماية مؤقتة للمولود .يشكل الجسم نفسه مناعة فاعلة خلال صراعه مع الجراثيم المهاجمة، وتتكون من رد فعل أضداد تدوم عادة مدة من الوقت أطول من حالة المناعة المنفعلة (الأضداد الجاهزة المنقولة طبيعيا أو صناعيا). وقد تعلم الإنسان أن يقلد غزو الجراثيم بحقن الجسم بلقاح من هذه الجراثيم بعد أن يبطل مفعولها أو يخففه أو بمنتجات جرثومية خاضعة لحالات مضبوطة ومصنعة بشكل لقاح. وهنا يتجاوب جسم الإنسان مع هذا اللقاح وينتج أضداداً تكسبه مناعة فعالة تقيه شر الغزوات اللاحقة من قبل الجراثيم المشابهة لها أو القريبة منها، وبناءً على ذلك فإن الهدف من اللقاحات (التمنيع أو التحصين) هو بناء مناعة أي تكوين أضداد ضد الأمراض المعدية.

جهاز المناعة

يتألف **جهاز المناعة** من الأعضاء والمواد الذائبة والخلايا:

أ ـ الأعضاء

- **أعضاء مركزية** :نخاع العظام وغدة التيموس.
- **أعضاء خارجية أو محيطية** :العقد اللمفاوية والطحال ولويحات باير Palche of Peyer.

ب ـ المواد الذائبة

- **الأضداد Antibodies**.

- **جملة المتممةComplement.**
- **الليمفوكينات Lymphokins.**

جـ –الخلايا

- **الخلايا البلعمية الكبيرة.**
- **الخلايا البيضاء اللمفاوية.**
- **الخلايا البيضاء المعتدلة.**
- **الخلايا البيضاء الحامضية.**
- **الخلايا البيضاء الأساسية**

أنواع المناعة

تنقسم **المناعة** في جسم الإنسان إلى **قسمين** هما المناعة الطبيعية والمناعة المكتسبة

آـ **المناعة الطبيعية Innate immunity** وتدعى أيضاً **بالمناعة الخلقية، الغريزية، اللانوعية Non specific immunity**، ويمكن تقسيمها إلى:

- **المناعة الوراثية** :تتضمن المناعة على مستوى الجنس والنوع وحتى السلالة
- **المناعة الخلطية** :تعتمد على الخلايا والأضداد الطبيعية.

ب ـ المناعة المكتسبة Acquired immunityوتدعى أيضاً **بالمناعة النوعية ، Specific immunity**ويمكن تقسيمها إلى:

- **المناعة المكتسبة طبيعياً** :وتقسم إلى مناعة فاعلة Activeومناعة منفعلة Passive.
- **المناعة المكتسبة اصطناعياً** :وتقسم إلى مناعة فاعلة Activeومناعة منفعلة (Passive

المناعة الطبيعية

المناعة الطبيعية هي المناعة التي يمتلكها الحيوان قبل ولادته ويرثها من أبويه ولذلك تسمى بالمناعة الخلقية أو المتأصلة أو الغريزية، وهي مناعة عامة لا تختص بنوع معين من الكائنات الحية الممرضة ولذلك تسمى بالمناعة غير النوعية Non specific immunity وإنما تحمي الجسم ضد غزو كل الكائنات والمواد الغريبة عنه بشكل عام دون تخصص على عكس النوع الثاني من المناعة المتخصص لأنواع معينة من الجراثيم والتي تعرف بالمناعة النوعية أو المناعة المكتسبة

يوضح المقارنة بين المناعة الطبيعية والمكتسبة

المناعة الطبيعية	المناعة المكتسبة
غير نوعية	نوعية
غير متخصصة	متخصصة
لا تكون ذاكرة	تكون ذاكرة
لا تتحسن عند تكرار الاصابة	تتحسن عند تكرار الاصابة
استجابتها سريعة	استجابتها بطيئة
الخلايا القاتلة الطبيعية و البلعمات الكبيرة	الخلايا اللمفاوية التاءية والبائية
جزيئاتها (حركيات خلوية وبروتينات المتمم)	جزيئاتها (اضداد وحركيات خلوية)
توجد في كل الاحياء	توجد في الفقريات فقط

هناك عدة عوامل تؤثر في المناعة غير النوعية وهي : التأثير الوراثي؛ والعمر؛ والغدد الصم والتأثير الهرموني؛ والتأثير الغذائي؛ وهناك أيضاً عوامل أخرى.

آ - **التأثير الوراثي** ويطلق عليه اسم **المناعة الوراثية** لأنها تتعلق بأشياء موروثة تنتقل من الآباء إلى الأبناء ومن الملاحظ أنها مختلفة باختلاف الأجناس المختلفة وحتى بين أفراد النوع الواحد فمثلاً:

- أغنام الجزائر أكثر مقاومة لمرض الجمرة الخبيثة Anthrax) (من أغنام أوروبا.
- الجرذان أكثر مقاومة لمرض الدفتريا من الإنسان القابل للإصابة به.
- مرض سل الطيور يصيب الطيور ولا يصيب الإنسان.
- مرض سل الكلاب يصيب الكلاب ولا يصيب الإنسان.
- مرض طاعون البقر يصيب الأبقار ولا يصيب الإنسان.

ب – العمر وجد أن قابلية الإنسان أو الحيوانات للإصابة بالعوامل الممرضة تتأثر بالعمر .فقد لوحظ أن بعض أنواع الجراثيم تتواجد في عائلها أو مضيفها في جميع الأعمار ولكن بعض الأنواع الجرثومية تتواجد في عائلها لفترة محددة من العمر. ولكن القاعدة العامة هي إن معظم الجراثيم الممرضة تكون أشد وطأة وقدرة على الإصابة في فترتي الطفولة المبكرة والشيخوخة المتأخرة منها على الإصابة في عمر الشباب والنضج. والسبب في ذلك هو:

ففي الفترة حديثة الولادة لا يكون فيها الجهاز المناعي متطوراً وبالتالي تكون الإصابة حادة ومؤثرة،كما أن الجهاز المناعي في فترة العمر المتأخرة لا يقوم بوظيفته بشكل طبيعي مما يؤدي إلى حدوث أضرار ومضاعفات في هاتين الفترتين أكثر بكثير من فترة البلوغ والنضج ، وهذه بعض الأمثلة على تأثير العمر في المناعة:

- إذا أصيب الجنين في الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل بمرض الحصبة الألمانية فإنه يسبب له أضراراً وأعراضاً مشوهة ومستديمة مثل مرض الساد العيني أو الصمم أو آفة في القلب.
- مرض التوكسوبلاسما Toxoplasmosisالذي يسببه الطفيلي توكسوبلاسما غوندي Toxoplasma gondiالذي يمكن أن يحدث إصابة في أي عمر، ولكنه يحدث أضراراً أكبر عندما تكون الإصابة به في الطور الجنيني مما يؤدي إلى الإجهاض.

تزداد خطورة الإصابة بالتهاب الضرع عند الأبقار في المواسم المتاخرة مقارنة بالمواسم الأولى نتيجة ضعف آليات الحلمة الدفاعية.

- بعض أمراض الشيخوخة مثل تضخم غدة البروستات وقصور القلب وقصور الكلى وفي هذه الأمراض تكون قابلية الإصابة أكبر عند الشيوخ منها عند الشباب.

ج -الغدد الصم والتأثير الهرموني وجد أن للهرمونات تأثيراً في مقاومة الجسم للأمراض وهذا يؤدي إلى تأثر المناعة في فترات العمر المختلفة فمثلاً تقلل الجرعات الكبيرة من هرمونات قشرة الكظر (الكورتيزون)، من الاستجابة ضد الالتهابات بحيث توسع من نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة وبذلك تقلل من عملية نضج السائل الدموي والخلايا البالعة مما يعني أن للجرعة الكبيرة من هذه الهرمونات تأثيرات مضادة للالتهابات .كذلك لهذه الهرمونات تأثير فيزيائي مثبط لعملية البلعمة حيث يعيق الهرمون إطلاق الإنزيمات الموجودة في الجسيمات الحالة الليزوزمات Lysosome إلا أن لها تأثيراً جيداً في الوقت نفسه في حالة السموم لأنها تحافظ على ثبات غشاء الجسيمات الحالة لليزوزوم التي تحاول هذه السموم تمزيقها وبالتالي القضاء على الخلايا البلعمية.

د - التأثير الغذائي

تدخل العناصر الغذائية في تركيب الخلايا وبشكل خاص الأضداد Antibodiesذات الطبيعة البروتينية وهكذا إذا كان الحيوان يعاني من سوء تغذية ناتج عن نقص البروتين فإن ذلك سيؤثر وبشكل مباشر في تركيب الأضداد وتركيزها، وهذا

يـؤدي إلى نقص المناعة في الجسم وبالتالي إلى عدم القدرة على مقاومة الأمراض .وفي كثير من الأحيان تؤثر العوامل البيئية والأدوية في المناعة غير النوعية .وهنـــاك بعـــض العوامـــل الـــتي تنشـــط المناعـــة غـــير النوعيـــة مثـــل الترييض.

يتكون الجهاز المناعي من أنواع مختلفة من الخلايا والبروتينات وكل عنصر يقوم بمهمة معينة تهدف إلى التمييز ثم التفاعل ضد مادة أجنبية.

مكونات المناعة غير النوعية:

١. **الجلد والأغشية المخاطية.**
٢. **الأحماض والأنزيمات.**
٣. **النبيت الجرثومي الطبيعي Normal Flora.**
٤. **البالعات بأنواعها الكبيرة والصغيرة.**
٥. **جهاز المتممة .**
٦. **عملية الالتهاب..**
٧. **مكونات المصل المساعدة في المناعة غير النوعية**

آ ـ الجلد والأغشية المخاطية:

يلعب الجلد والأغشية المخاطية دور الحواجز الميكانيكية بالرغم من أنها على تماس دائم مع الجراثيم والطفيليات الموجودة في البيئة التي يعيش فيها الحيوان ، فإنها تشكل حاجزا يعترض دخول العوامل المسببة للأمراض، طالما أنها سليمة،كما أن الفوهات الطبيعية كالأنف والفم والأذن والعين طرق يمكن أن تسلكها الجراثيم للدخول إلى أجسامنا، لولا وجود الأغشية المخاطية والأهداب التي تغطيها والتي تقف حائلا أمامها.

ب ـ الأحماض والأنزيمات:

الأحماض الدهنية التي يفرزها الجلد تمتلك تأثيرا مضادة للجراثيم كما أن حمض اللاكتيك Lactic acidالموجود في إفرازات المهبل له دور كبير في القضاء على الجراثيم وجعل بيئة المهبل بيئة حامضية مضادة للجراثيم.

كما أن للعصارة المعدية لها تأثير حامضي بالإضافة إلى احتوائها على الإنزيمات، ومحتويات الأمعاء أيضا تحتوي على الأنزيمات كما أن الأنزيمات التي توجد في دمع العين

واللعاب مثل إنزيم الليزوزيم Lysozymeوفي سوائل الجسم الأخرى لها كلها القدرة على الفتك بالجراثيم والفيروسات التي تحاول غزو الجسم.

جـ -النبيت الجرثومي الطبيعي Normal Flora

توجد أعداد كبيرة من الجراثيم غير الممرضة في أمعاء الإنسان وفي الفم وأماكن أخرى تلعب دوراً في الدفاع عن الجسم بأن تكون إما وسطاً غير مناسب لنمو الأنواع المرضية أو بوساطة وسائل أخرى بحيث تعيق نموها أو عن طريق إنتاج مضادات حيوية ضد أنواع جرثومية أخرى.

البلعمة

البلعمة هي أحد أهم الوظائف للمناعة غير النوعية وتعني مقدرة بعض الخلايا الخاصة على التعرف على الأجسام الغريبة عن الجسم حيث تقوم ببلعمتها ومن ثم تدميرها عن طريق تحليلها إنزيمياً داخل هذه الخلايا .فإذا تخطت الجراثيم حواجز الجلد والأغشية المخاطية الموجودة في مداخل الجسم ووصلت إلى الدم والأنسجة، يتصدى لها نوعان من خلايا الدم البيضاء يقومان بوظيفة البلعمة وهما

1 -البالعات الكبيرة Macrophage

وهي موجودة في الدم والأنسجة وتختلف تسميتها حسب موقعها حيث تسمى في الكبد بخلايا كوبفر KUPFFER وفي النسيج الضام بالخلايا المنسجة أو Histocytesوفي الدم الخلايا الوحيدة أو وحيدات النوى Monocytesوفي السائل المتكون نتيجة الالتهاب تسمى بالبالعات الكبرى Macrophage.لا تكون هذه الخلايا أضداداً ولكنها تتعاون مع الخلايا اللمفاوية التائية والبائية. تنشأ الخلايا البالعة الالتهابية النسيجية بشكل أساسي من النخاع العظمي

2 -البالعات الصغيرة Microphage

وهي موجودة في الدم بصورة خاصة، وتسمى هذه الخلايا بالملتهمات وهي:

- **الخلايا البيضاء المعتدلة مفصصة النواة Polymorphonuclear cell (PNL).**
- **الخلايا البيضاء الحامضية Eosinophils.**
- **الخلايا البيضاء الأساسية أو القاعدية Basophils.**
- **الخلايا الوحيدة**

هـ ـجهاز المتممة

تتكون مجموعة المتممة من العديد من البروتينات التي تعملكطلائع إنزيمات غير فعالة في الحالة السوية، ولكن تحت ظروف خاصة يتم تفعيلها بأحد طريقين:

- **الطريق التقليدي أو الكلاسيكي Classical pathway**: ويبدأ تفعيل هذا المسلك إذا حدث تفاعل بين ضد –مستضد ولذلك يسمى السبيل المعتمد على Antibody. dependent pathwayوجود الضد

- **الطريق البديل Alternative pathway**: لا يحتاج تفعيل هذا المسلك لتفاعل بين ضد ⇔مستضد ولذلك يسمى السبيل غير المعتمد على وجود الضد Antibody independent pathway، ويكفي لتفعيله وجود بعض المجموعات الكيميائية مثل عديد السكاكر Polysacharidesأو البروبردين Properdinأو عوامل أخرىكثيرة. سيتم ذكرها بشكل مسهب في بحث المتممة .ونكتفي هنا بذكر أهم التأثيرات الحيوية التي تلعبها جملة المتممة في مجال المناعة غير النوعية والتي من شأĚا التخلص والتدمير أو حل الكائنات الحية الدقيقة وتشمل على:

- **الانجذاب الكيميائي**: وتساعد على حدوثهC5a.
- **حل الكائنات الحية الدقيقة**: ويقوم به المعقد المكون منC5b-789.
- **تنشيط الخلايا البدئية والاسسات**: عن طريقC5b, C4a, C3a.
- **المساعدة على الطهاية Opsonizationوالبلعمة**: بوساطةC3b.
- كما تساعد عوامل المتممة على **تراص الكائنات الحية**: كالحمات)الفيروسات.)
- تثير بعض عوامل المتممة **الآلية الالتهابية** في موضع الأذية النسيجية

و ـ آليات الالتهابInflammatory

الالتهاب هو رد فعل الأنسجة نحو أي أذية سواءأكانت بسبب هجوم الكائنات الحية أو التعرض للسموم والمواد الكيميائية أم حدوث رض أو حرارة . . . ويتميز الالتهاب بالملامح التالية : الألم؛ والحرارة؛ والاحمرار؛ والتورم؛ وأخيراً فقد الوظيفة أحياناً .أما مراحل الالتهاب فهي:

- **الأحداث الوعائية**: أول ما يحدث توسع وعائي موضعي أو زيادة قطر الشعيرات الدموية والأوردة الصغيرة مكان الالتهاب مما يؤدي إلى زيادة كمية الدم الواصلة إلى مكان الالتهاب ونتيجة لذلك يزداد نزوح البلازما من الأوعية إلى خارجها نتيجة زيادة نفوذية

الأوعية التي تسمح بنفوذ المواد الدفاعية الموجودة في الدم وبذلك يصبح الدم أكثر لزوجة وهذا بدوره يؤدي إلى تباطؤ جريان الدم وركوده موضعياً. فزيادة قطر الشعيرات الدموية والأوردة تؤدي إلى الاحمرار وحرارة مرافقة للالتهاب، أما زيادة النفوذية فتؤدي إلى التورم أو الوذمة، أما سبب الألم فيعود إلى الأذى العصبي وتخريش السموم أو ضغط الوذمة.

- **تتكون نضحات Exudateأو وذمات غنية بالخلايا البلعمية والبلازما** بكل محتواها. فالأحداث الوعائية التي تشاهد في مسار العملية الالتهابية تترافق باستجابة خلوية وتشمل ثلاثة أنواع من الخلايا البيضاء وهي الحبيبية ووحيدات النوى والبالعات الكبيرة من جهة ثم اللمفاويات وأخيراً الخلايا البلاسمية. تحتوي النضحات الخلوية في البدء على الخلايا البيضاء المعتدلة وفي مرحلة لاحقة على وحيدات النوى والبالعات الكبيرةMacrophage.
- **يتخثر مولد الليفين Fibrinogenالموجود في البلازما** ويتكون الليفين الذي يكون حاجزاً لمنع انتشار الكائنات الحية أو المواد الغريبة عند حدود مكان الالتهاب ومن ثم يبدأ بترميم مكان الالتهاب الذي يكون في الواقع بدأ خلال مراحل الالتهاب ولكنه لا ينتهي حتى زوال المواد الضارة أو تعديل أثرها، ويعتمد الترميم جزئياً على النشاط النسيجي المشارك في الترميم فالجلد ذو قدرةكبيرة على التجديد بينما النسيج العصبي لا يملك هذه القدرة.

ز ـ مكونات المصل المساعدة في المناعة غير النوعية

توجد في البلازما الكثير من المكونات غير النوعية التي تمتلك خواص مضادة للجراثيم وتتضمن بشكل عام : الليزوزومات Lysozymes؛ والبروبردين Properdin؛ والبيتاليزين Betalysin؛ والسيتوكينات Cytokines؛ والأضداد الطبيعية Natural Antibodiesوبروتينات الطور الحاد.

1 -الليزوزومات Lysozymes

وهي إنزيمات موجودة في أنواعكثيرة من الخلاياكما تتواجد في بعض سوائل الجسم مثل دمع العين واللعاب والبول والعرق وتعمل على تدمير جدار الخلية الجرثومية وخاصة الجراثيم موجبة صبغة الغرام وبالتالي قتل هذه الجراثيم. ويتم إنتاجها من الجسيم الحال" الليزوسوم" في الخلايا وتفرز من قبل الخلايا البيضاء للقضاء على الجراثيم أثناء عملية الابتلاع كما تفرز من خلايا الغشاء المخاطي للجهاز التنفسي الهضمي وخلايا الطحال والعقد اللمفاوية والخلايا البيضاء الوحيدةMonocytes.

2 -البروبردين Properdinوهو بروتين غير متخصص موجود في البلازما ويعمل على قتل الجراثيم والفيروسات بوجود المتممة C3وعنصر المغنيزيوم وهو يمثل مجموعة من الأضداد المتغيرة حرارياً ُ وصنّ َف من النوعIgM.

3 -البيتاليزين Betalysin وهو موجود في البلازما ويعمل على قتل الجراثيم عن طريق تخريب أو تحطيم جدار الجراثيم

٤ السيتوكينات Cytokines

وهي مجموعة من المركبات التي تعمل بشكل عامكأضداد للجراثيم والأحياء الدقيقة الأخرى وتشمل الإنترفيرون Interferonومجموعة الإنترلوكينات Interleukin .Tumour Necrosis Factorوالعامل النخري للأورام

الإنترفيرونات(IFN) : (تتكون من عائلةكبيرة من البروتينات السكريةglycoproteins ذات المفعول المضاد للفيروسات وذلك بمنع تصنيع الرنا RNAالفيروسي. وتتكون هذه العائلة من ثلاثة أنواع من الإنترفيرونات وهي\ ألفا إنترفيرون IFN α وبتا إنترفيرون IFN β وغاما إنترفيرونIFN γ.

مجموعة الإنترلوكينات IL) : (وهي مجموعةكبيرة من المركبات التي تنتجها الخلايا المختلفة للجهاز المناعي، وأهم هذه المركبات:

مجموعة إنترلوكين1 (IL-1) : -تنتجها البلعميات ووحيدات النوى المنشطة، ولهذه المجموعة وظيفة تنظيمية لعمليات المناعة.

مجموعة إنترلوكين6 (IL-6) : -والتي تصنعها خلايا مختلفة من الجسم كاستجابة لـ إنترلوكين1 (IL. 1).-

مجموعة إنترلوكين8 (IL-8) : -وتعتبر العوامل الوسيطة لآليات العمليات الالتهابية.

العامل النخري للأورام TNF :هو بروتين تصنعه الكثير من خلايا الجسم المختلفة ويعتبر الوسيط الأساس الذي تفرزه هذه الخلايا استجابة للجراثيم سلبية الغرام بل وربما لكثير من الجراثيم الأخرى.

5 -الأضداد الطبيعية Natural Antibodiesوبروتينات الطور الحاد

الأضداد الطبيعية :وهي الأضداد الموجودة في جسم الإنسان دون تعرض مسبق للمستضد النوعي لها. توجد عدة نظريات تشرح وجود هذه الأضداد منها العوامل

الوراثية والتصالب مع مستضدات لها نفس الأماكن المحددة لتكوين هذه الأضداد وأهم نظرية وأكثرها قبولاً تقول بأن المستضدات قد دخلت الجسم دون إدراك الثوي وأدت إلى تصنيع هذه الأضداد.

بروتينات الطور الحاد :وهي مجموعة من البروتينات تصنع بشكل أساسي في الكبد، ويتم تحريض الكبد على تصنيعها نتيجة أذية الأنسجة بأي سببكان، سواء كان الضرر ناجماً عن الخمح بمختلف أنواع الأحياء الدقيقة أو بسبب الآليات الالتهابية المختلفة، أو بسبب مؤذياتكيميائية أو فيزيائية أو حتى الأورام. ويبدو أن كلاً من هذه البروتينات يلعب دوراً ما في العملية الالتهابية وأيضاً في الآلية المناعية غير النوعية

المناعة المكتسبة أو النوعيةSpecific immunity

هي المناعة أو الحصانة التي يكتسبها الفرد بعد ولادته نتيجة لتعرضه للعوامل المختلفة أي تحدث في الجسم استجابة لدخول مستضد غريب أو هي المقدرة على تكوين مناعة ضد عوامل غازية مثل الأحياء الدقيقة والنسج الغريبة والمركبات الكيميائية والسموم. وذلك بأن تكون لها أضداد نوعية وأن تتحسس بعض الخلايا اللمفاوية لهذا المستضد. وبما أن هذا النوع من المناعة يتم اكتسابه بعد تعرض الجسم لأحد أنواع الجراثيم أو المركبات سميت بالمناعة المكتسبة، وكونها تمتاز بصفة النوعية والتخصص لأحد أنواع الجراثيم أو المركبات فيطلق عليها أيضا اسم المناعة النوعية.

أنواع المناعة المكتسبة

ويمكن تقسيم المناعة المكتسبة إلى:

أ- المناعة المكتسبة طبيعيّاً.

ب- المناعة المكتسبة صناعيّاً.

آ - المناعة المكتسبة طبيعياً وهي المناعة التي تظهر في الجسم بعد شفائه من مرضٍ معدٍ نتيجة تعرضه لعامل ممرض معين لأول مرة، مثل الجدري أو الكزاز أو البروسيلا.

1 -المناعة الفاعلة المكتسبة طبيعياً الإيجابية أو الذاتية :Active

وهي المناعة التي يكسبها الجسم نتيجة لإصابته بخمج جرثومي معين، ويتم تكوين وإفراز أضداد نوعيةntibodies ضد هذه الجراثيم،كالمناعة التي يكتسبها الشخص عند إصابته بالعدوى لأول مرة بمرض السل.

2 ـ المناعة المنفعلة المكتسبة طبيعياًPassive

وهي المناعة التي يكسبها الجسم بشكل طبيعي نتيجة دخول الأضداد الجاهزة إليه دون أن يقوم هو بتشكيلها، كالمناعة التي يكتسبها الجنين من أمه عن طريق المشيمة أثناء الحمل، والمناعة التي يكتسبها الحيوان الرضيع من الأم عن طريق الرضاعة مثل الأضداد الخاصة بأمراض التذيفن الدموي المعوي عند الأغنام.

ب ـ المناعة المكتسبة اصطناعياً

وهي المناعة التي تظهر في الجسم بعد تمنيعه صناعيا أو حقنه بالأمصال بقصد رفع مقاومته للمرض مثل اللقاح ضد الجدري وهي نوعان: مناعة مكتسبة اصطناعياً فاعلة ومناعة مكتسبة اصطناعياً منفعلة .ويمكن ملاحظة أهم الفروق بين هذين النوعين في الجدول اللاحق

الفروق بين المناعة المكتسبة اصطناعياً الفاعلة والمنفعلة.

الفرق	المناعة المكتسبة اصطناعياً الفاعلة (+)	المناعة المكتسبة اصطناعياً المنفعلة (−)
المصدر	ذاتي : الجسم يصنعها بنفسه وخلاياه هي التي تنتج الأضداد	غير ذاتي : تؤخذ الأضداد الجاهزة من دم كائن آخر ممنع
التأثير	قوي	معتدل أو ضعيف
طرائق أخذها	**من المرض نفسه أو بالتمنيع (اللقاح)**	إدخالها بوساطة الحقن
الوقت اللازم لظهورها	من 5 إلى 14 يوماً	مباشرة بعد الحقن
فترة بقائها	فترة طويلة قد تستمر لعدة سنوات	**فترة قصيرة من عدة أيام إلى عدة أسابيع**
طرق تنشيطها	سهل بوساطة الجرعة المعززة	صعب ويمكن أن تؤدي إلى المرض
استعمالاتها	وقائية	وقائية وعلاجية
تحسس الجسم لها	**لا تحدث تحسساً للجسم بعد أخذ اللقاح**	**احتمال تحسس الجسم لها بعد أخذ المصل**
كلفتها	منخفضة	مرتفعة

١ـ المناعة الفاعلة المكتسبة اصطناعياً الإيجابية أو الذاتيةActive

وهي المناعة التي يكسبها الجسم نتيجة إدخال جراثيم معينة ميتة أو مضعفة بالتطعيم أو اللقاح تحفز الجسم على تكوين ٍ أضداد نوعية كالمناعة التي يكتسبها الحيوان بعد تلقيحه ضد مرض الكزاز أو مرض السل أو مرض الحمى القلاعية.

2 ـ المناعة المنفعلة المكتسبة اصطناعياً المكتسبة Passive

وهي المناعة التي يكسبها الجسم نتيجة تزويده بالأضداد الجاهزة صناعياً بواسطة الأمصال التي تحتوي على الأضداد النوعية المستخرجة من عائل آخر .كالمناعة التي يكتسبها الحيوان بعد حقنه بالمصل المضاد الخاص بمرض الكلب أو الكزاز أو الجمرة الخبيثة.

تقسيم المناعة النوعية المكتسبة حسب استجابة الجسم تجاه المتعضيات

تقسم المناعة النوعية المكتسبة بحسب استجابة الجسم للمستضدات إلى نمطين:

آ ـ المناعة الخلطية Humoral immunity

ويطلق عليها مناعة الخلايا البائية B cell immunity وفي هذا النوع من المناعة يكون الجسم عن طريق تفعيل الخلايا اللمفاوية البائية أضداداً Antibodies :: نوعية تتحد مع الأجسام الغريبة وتدمرها وتبطل مفعولها .ويمكن تعريف المناعة الخلطية بأنها أحد أنواع المناعة الفاعلة التي يستطيع الجسم عن طريقها تكوين الأضداد كاستجابة لوجود الجزيئات الغريبة أو المستضدات.

ب ـ المناعة المتواسطة بالخلايا Cell-mediated immunity

ويطلق عليها مناعة الخلايا التائية T- cell immunity وفي هذا النوع من المناعة يعمل على تكوين نسائل كثيرة ومتعددة من الخلايا اللمفاوية التي تتعرف على أي وافد غريب عن الجسم وتهاجمه. ويسمى هذا النوع من المناعة بالمناعة المستمدة من الخلايا اللمفاوية وذلك لأن الخلايا اللمفاوية تقوم بنفسها بمحاربة ومهاجمة الأجسام الغريبة .تستجيب الخلايا اللمفاوية للتنبيه المناعي ويكون لها دور كبير في حدوث استجابة مناعية خلطية أو خلوية، وتنتشر هذه الخلايا في الأعضاء اللمفاوية وتتحرك مع الدم واللمف وهي على درجة عالية من التخصص، وتصنف إلى مجموعتين متميزتين هما:

- الخلايا اللمفاوية البائية B-Lymphocytes :وينتجها النخاع العظمي وتتميز بوجود الغلوبولينات المناعية السطحية surface immunglobulin على سطحها وتقوم بتصنيع الأضداد.
- الخلايا اللمفاوية التائية T-Lymphocytes :وتتمايز في الغدة الصعترية أو التيموس، وينبثق عنها عدة أصناف هي:
  - الخلايا اللمفاوية المساعدة T-helper.
  - الخلايا اللمفاوية القاتلة T-killer.
  - الخلايا اللمفاوية المثبطة.

المناعة الخلطيةHumoral immunity

يقوم الجسم ببناء مناعة ضد العوامل المرضية تتمثل بجزيئات تفرز في الجسم تقوم بحمايته من إصابة لاحقة بنفس المرض، وتسمى هذه الجزيئات الأضداد Antibodies. و الشرط الأساسي لإنتاج الأضداد هو وجود مستضدAntigen محدد فما هو المستضد؟ وما هو الضد Antibody؟.

المستضدات

يقصد بالمستضد الجسم الغريب الذي يدخل الجسم، ويمكن أن يكون عبارة عن بروتين أو بروتينات سكرية أو فيروسات أو جراثيم أو طفيليات وغيرها، أي هي مواد ذات طبيعة كيميائية مختلفة لها القدرة على تنبية الجهاز المناعي في الجسم لإعطاء استجابة مناعية نوعية نحوها حيث أنها تحفز الجسم عند دخولها لإنتاج ٍ أضداد تعمل على مقاومة هذا المستضد.

يطلق على المستضدات اسم **المستمنعات Immunogens**لأن الجسم يستجيب حين التعرف عليها برد فعل مناعي وهو تكوين الأضداد. وللمستضدات بعض الصفات المميزة التي تكسبها **صفة الاستمناع Immunogenicity**.فالمستضدات هي جزيئات تتفاعل مع الأضداد بينما المستمنعات هي جزيئات تحرض الاستجابة المناعية. وفي معظم الأحيان تكون المستضدات ممنعة ويستخدم التعبيران بدل بعضهما البعض. ولكن هناك بعض الاستثناءات .

المناعة المتواسطة بالخلاياCell-mediated immunity

الخلايا الفاعلة في المناعة المكتسبة الخلوية

تشتمل الخلايا الفاعلة في المناعة المكتسبة الخلوية على:

- **السلالة اللمفاوية** وتشمل:
  - **اللمفاويات التائية** (المرتبطة بالتيموسT –Cells).
  - **اللمفاويات البائية** B – Cells).(.
  - **القاتلات الطبيعية**.Natural Killer (NK-cells)
- **السلالة الشوكية أو المتغصنة** وتشمل:
  - **وحيدات النوى**،Monocytes**والبالعات الكبيرة** Macrophages.
  - **خلايا لانغرهانس**.Langerhans cells

∂**الخلايا المغصنة**.Dendritic cells

∂**الخلايا الحبيبية** Granolocytes (:الحمضات ّ والأسسات والمعتدلة.)

∂**الخلايا العارضة للمستضدات**.Antigen presenting cells

∂**الخلايا المصورية أو البلازمية** Pl)

الأعضاء الكبرى للجهاز المناعي

الغدة الصعترية : توجد في القسم العلوي من الصدر ,وهي عبارة عن مكان للتدريب، فالخلايا اللمفاوية غير الناضجة تترك نقي العظام وتذهب لها حيث تعلمها لتصبح خلايا لمفاوية ناضجة

ب. الكبد :عضو كبير مسؤول عن تركيب بروتينات جهاز المتممة بالإضافة إنه يحتوى على عدد كبير من الخلايا البالعة التي تأكل وتهضم الجراثيم الموجودة في الدم أثناء مرورها عبر الكبد.

ج. نقي العظام :هو المكان الذي تبدأ فيه خلايا الجهاز المناعي بالتطور من خلايا جذعية بدئية.

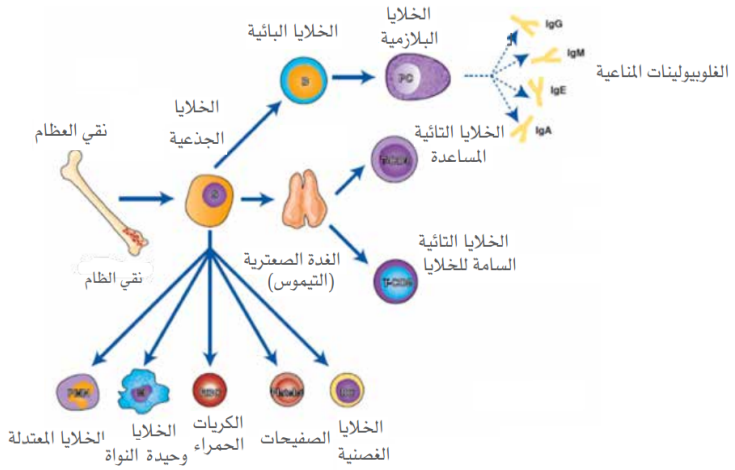
د. اللوزتان :هي الخلايا اللمفاوية في البلعوم

العقد اللمفاوية :هي مجموعات من الخلايا اللمفاوية البائية، والخلايا اللمفاوية التائية حيث تحتشد الخلايا داخل العقد اللمفاوية للتواصل مع بعضها البعض.

و. الطحال :هو مجموعة من الخلايا اللمفاوية التائية والخلايا اللمفاوية البائية والكريات البيضاء ووحيدات النواة. تعمل على فلترة الدم وتوفر مكان تتفاعل فيه المتعضيات مع الجهاز المناعي.

ز. الدم :هو الجهاز الجوال والذي يحمل خلايا وبروتينات الجهاز المناعي من مكان لآخر داخل الجسم.

يوضح الشكل اللاحق الخلايا الناتجة عن الخلية الجزعية.



مكونات الجهاز المناعي بشكل مفصل:

أ. نقي العظام: هو المكان الذي يتم فيه تكوين معظم خلايا الجهاز المناعي على شكل خلايا جذعية غير ناضجة

ب. الخلايا الجذعية: هذه الخلايا لديها القدرة على التمايز والنضج إلى خلايا الجهاز المناعي المختلفة.

ج. الغدة الصعترية (التيموس:) توجد في الصدر، وتنضج بداخلها الخلايا اللمفاوية التائية غير الناضجة.

د. الخلايا البائية: هذه اللمفاويات تنشأ في نقي العظام وتتطور إلى خلايا بلازمية والتي بدورها تنتج الغلوبيولينات المناعية "الأضداد.

ه. الخلايا التائية السامة للخلايا: هذه اللمفاويات تنضج داخل الغدة الصعترية، وهي مسؤولة عن قتل الخلايا المصابة بالخمج.

و. الخلايا التائية المساعدة: هذه الخلايا اللمفاوية متخصصة في مساعدة الخلايا التائية الأخرى والخلايا البائية لتقوم بوظائفها.

ز. الخلايا البلازمية: وهي الخلايا التي تنتج الغلوبيولين المناعي للمصل وللمفرزات، وتتطور من الخلايا البائية.

ح. الغلوبيولينات المناعية: هي جزيئات بروتينية عالية الاختصاص، ً وتعرف أيضا بالأضداد، وتتفاعل مع المستضدات الأجنبية مثل: فيروس شلل الأطفال كالقفل والمفتاح، وتنوعها شديد لدرجة أنه يمكن إنتاجها لتتناسب مع كل المتعضيات الممرضة مثل الجراثيم والفطريات والفيروسات الموجودة في بيئتنا.

ط. الخلايا المعتدلة: هي نوع من الخلايا توجد في مجرى الدم، وتهضم المتعضيات الخمجية بسرعة وتقتلها، وهي خلية متعددة أشكال النوى

ي. الكريات البيض وحيدات النواة: نوع من الخلايا البالعة توجد في مجرى الدم، وعندما تهاجر للأنسجة تتحول إلى خلية بلعمية كبيرة.

ك. خلايا الدم الحمراء: هذه الخلايا موجودة بمجرى الدم ,وهي تحمل الأكسجين من الرئتين إلى الأنسجة.

ل. الصفيحات: خلايا صغيرة توجد في مجرى الدم، وهي مهمة لتخثر الدم.

م. الخلايا الغصنية: خلايا مهمة تقوم بتقديم المستضد لخلايا الجهاز المناعي

بعض الملاحظات الإضافية

.السيتوكينات:

السيتوكينات هي مجموعة بروتينات هامة جدا في الجسم ,وهذه البروتينات الصغيرة تعمل كهرمونات للجهاز المناعي ,ويتم إنتاجها كاستجابة للتهديد وتشكل شبكة اتصالات للجهاز المناعي، وفي بعض الحالات تقوم خلايا الجهاز المناعي بالتواصل مع بعضها باللمس مباشرة لكن عادة ما تتواصل الخلايا بإفراز السيتوكينات التي تؤثر على الخلايا المناعية الأخرى القريبة منها والبعيدة، الجهاز الذكي يسمح لمعلومات مفصلة أن تصل بسرعة لتحذر الجسم عن حالة التهديد. السيتوكينات عادة لاتقاس سريرياً ولكنها قد تظهر مخبرياً بأسماء مثل إنترلوكين 2وإنترلوكين 4وإنترلوكين6,

ملاحظة يرمز للإنترلوكين بـ IL,وللعلم فإن بعض الستوكينات تم تسميتها قبل البدء بترقيم الإنترلوكين وبالتالي لها أسماء مختلفة

أمثلة عن كيفية محاربة الجهاز المناعي للأخماج:

الجراثيم:

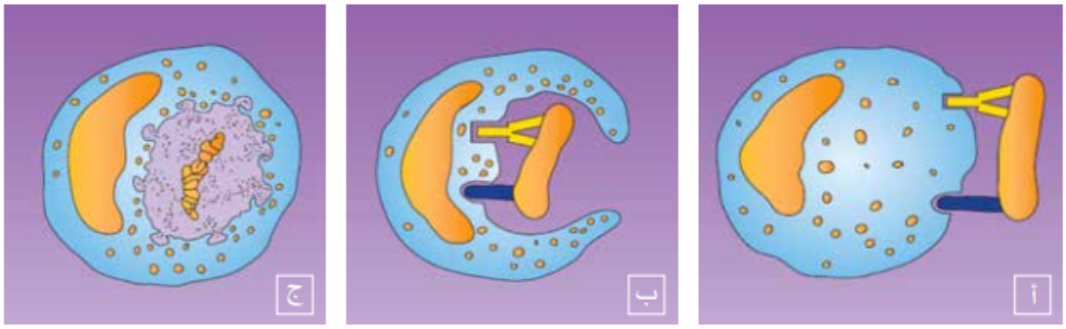
أجسادنا تغطيها الجراثيم، وتحويها معظم السطوح في بيئتنا ,ويعمل الجلد والأغشية المخاطية الداخلية كحاجز فيزيائي للمساعدة في منع الأخماج، وعندما يسبب المرض تدمير أو جرح أو التهاب الأغشية المخاطية أو الجلد عندها يمكن للجراثيم أن تدخل إلى الجسم، وعادة عندما تدخل الجراثيم الممرضة إلى الأنسجة تغطيها مباشرة الأضداد والمتممة، وهذا يسمح للكريات البيض المعتدلة أن تميز بسهولة هذه الجراثيم كشيء غريب، وعندها تقوم المعتدلة بابتلاع الجراثيم وتدميرها, وعندما تعمل كل من الأضداد والمتممة والمعتدلة بشكل طبيعي تقتل الجراثيم بشكل فعال لكن عندما يكون عدد الجراثيم كبيرا أو هناك نقص في إنتاج الأضداد أو المتممة أو المعتدلة يحدث الخمج الجرثومي.

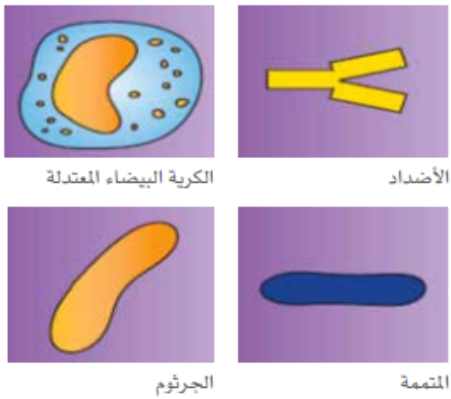
الفيروسات:

معظم الحيوانات معرضة للفيروسات بشكل متكرر، والطريقة التي يدافع فيها الجسم ضد الفيروسات مختلفة عن الطريقة التي يحارب الجسم فيها الجراثيم، فالفيروسات تعيش فقط وتتكاثر داخل الخلايا، وهذا يساعدها على الاختباء عن الجهاز المناعي، وعندما يصيب الخلية فيروس تفرز الخلية سيتوكين لتحذر الخلايا الأخرى بوجود خمج، وهذا التحذير عادة يمنع الخلايا الأخرى من الإصابة بالخمج، ولسوء الحظ الكثير من الفيروسات تتغلب على هذه العملية الوقائية وتستمر بنشر الخمج لكن الخلايا التائية الجوالة والخلايا القاتلة بطبيعتها تنتبه للغزو

الفيروسي وتهاجر إلى مكانه وتقتل الخلية التي تستضيف الفيروس، وهذه الطريقة لقتل الفيروس مدمرة جدا بسبب التضحية بالعديد من خلايانا لكنها طريقة فعالة لاستئصال الفيروس، وفي الوقت نفسه الذي تقوم فيه الخلايا اللمفاوية التائية بقتل الفيروس فهي أيضا تخبر الخلايا اللمفاوية البائية أن تنتج أضداد، وعندما نصاب بنفس الفيروس مرة ثانية تساعد الأضداد على منع الخمج، وتنتج أيضا خلايا ذاكرة تائية، وتستجيب بسرعة للخمج الثاني، وهذا يؤدي إلى سير ألطف للخمج

العملية الطبيعية المضادة للجراثيم:





في معظم الحالات يتدمر الجرثوم بتعاون الخلايا البالعة والأضداد والمتممة:

أ. **الخلية المعتدلة تلتحم بالجرثوم:** يغلف الجرثوم بأضداد خاصة ومتممة ثم تبدأ الخلية البالعة بمهاجمة الجرثوم بواسطة الالتصاق بجزيئات الأضداد والمتممة.

ب. **بلعمة الجرثوم:** بعد الالتصاق بالجرثوم تبدأ الخلية البالعة ببلع الجرثوم، وذلك بتمديد نفسها حول الجرثوم وبلعه.

ج. **تدمير الجرثوم:** حالما تمت بلعمة الجرثوم تفرغ أكياس من الإنزيمات أو الكيميائيات إلى داخل الفجوة حيث يقتل الجرثوم.

في معظم الحالات يتدمر الجرثوم بتعاون الخلايا البالعة والأضداد والمتممة:

أ. **الخلية المعتدلة تلتحم بالجرثوم :**يغلف الجرثوم بأضداد خاصة ومتممة ثم تبدأ الخلية البالعة بمهاجمة الجرثوم بواسطة الالتصاق بجزيئات الأضداد والمتممة

. **ب. بلعمة الجرثوم :**بعد الالتصاق بالجرثوم تبدأ الخلية البالعة ببلع الجرثوم، وذلك بتمديد نفسها حول الجرثوم وبلعه.

ج. تدمير الجرثوم :حالما تمت بلعمة الجرثوم تفرغ أكياس من الإنزيمات أو الكيميائيات إلى داخل الفجوة حيث يقتل الجرثوم

مقارنة بين أشكال المناعة النوعية التكيفية المكتسبة			
مكتسبة طبيعياً		مكتسبة صناعيّاَ	
فاعلة	منفعلة	فاعلة	منفعلة
تشكل الأجسام مضادة في الجسم بعد العدوى الطبيعية	الأجسام المضادة تتشكل في جسم الأم وتنتقل إلى المولود عن طريق المشيمة أو عن طريق السرسوب	تتشكل الأجسام المضادة في الجسم بعد إحداث عدوى اصطناعية (حقن اللقاح)	الأجسام المضادة تصل الجسم عن طريق الحقن ويكون مصدرها حيوانات التجارب االتي تم فيها إحداث العدوى الصناعية

العامل	مقارنة بين نوعي المناعة المكتسبة صناعيّاَ	
	فاعلة	منفعلة
مصدر الأجسام المضادة	الجسم نفسه	حيوان التجارب
القوة والإستمرار	قوية وطويلة المدى	ضعيفة وقصيرة المدى
سرعة ظهورها	تحتاج ٥ ـ ١٥ يوم	مباشرة بعد الحقن
إمكانية التنشيط	ممكنة بجرعة لقام معززة	غير ممكنة
الهدف	وقائي فقط	وقائي وعلاجي
إحتمال التحسس	لا يحدث تحسس	احتمال كبير أن يحدث
التكلفة	منخفضة	مرتفعة

نهاية مقرر صحة الحيوان والأمراض المشتركة ـ ستة رابعة ـ إنتاج حيواني.

****