خلايا الجهاز المناعي

تنتج كل انواع الخلايا المناعية من الخلايا الجذعية المكونة للدم hematopoietic stem cells في نخاع العظم والتي تنتج نوعين من الخلايا الابوية المولدة، الاولى تسمى بالخلايا المولدة للخلايا النخاعية myeloid progenitor cells والاخرى هي الخلايا المولدة للخلايا اللمفاوية lymphoid progenitor cells. ان الخلايا النخاعية هي المسؤولة عن انتاج الخلايا وحيدة النوى monocytes والخلايا البلعمية macrophages والخلايا الشجيرية dendritic cells والخلايا لانكرهانز Langerhans cells والخلايا ذات الانوية الكبيرة megakaryocytes والخلايا المحببة granulocytes (الحمضة eosinophils و القعدة basophils و العدلة neutrophils) اما الخلايا المولدة اللمفاوية lymphoid cells فهي مسؤولة عن انتاج الخلايا البائية B-cells والخلايا التائية T-cell والخلايا القاتلة الطبيعية (NK) natural killer cells.

وتعتبر هذه الخلايا المحتويات الخلوية للمناعة المتأصلة innate immunity او غير المتخصصة وكذلك للمناعة المكتسبة adaptive او المتخصصة.

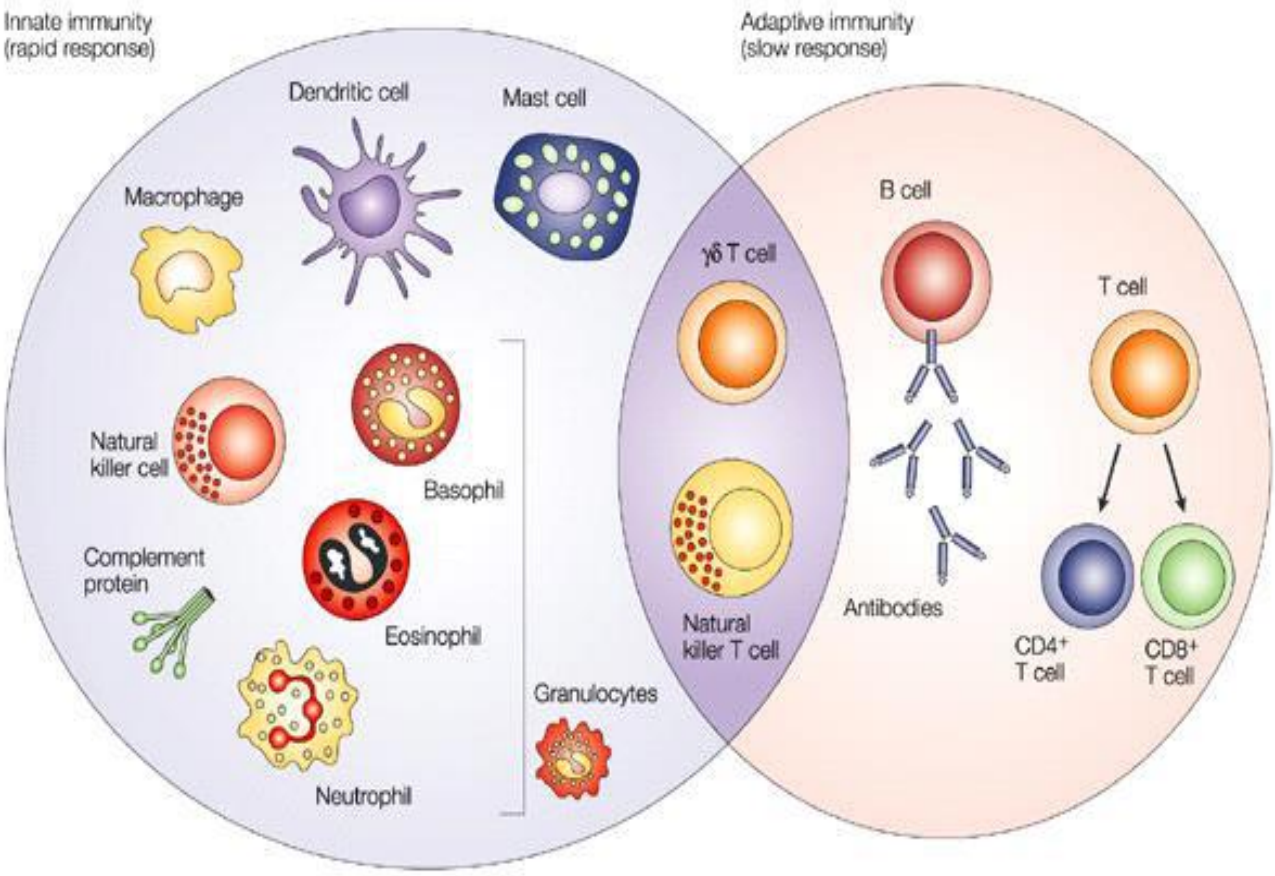
الخلايا العاملة في الجهاز المناع الفطري او المتأصل

وتتضمن الخلايا البلعمية (البلعم الكبير macrophage والخلايا وحيدة النوى monocytes والخلايا البيضاء العدلة neutrophils) والخلايا القاتلة الطبيعية والخلايا البدينة mast cells والخلايا الحمضة eosinophils والخلايا القعدة basophils والصفائح الدموية platelets. ان مستقبلات هذه الخلايا من نوع مستقبلات التعرف على الأنماط الجزيئية pattern recognition receptors (PRRs) وهذه باستطاعتها التعرف على أنماط جزيئية واسعة موجودة على سطح الممرض والتي تسمى بالأنماط الجزيئية المرتبطة بالممرض pathogen associated molecular patterns (PAMPs).

الخلايا الرابطة بين نظام المناعة المتأصلة والمناعة المكتسبة

هناك سلسلة خاصة من الخلايا تدعى بالخلايا العارضة للمستضدات antigen presenting cells (APCs) متكونة من مجتمع غير متجانس من الخلايا تتكون من كريات الدم البيضاء leukocytes والتي تلعب دورا مهما في المناعة المتأصلة وكرابط مع المناعة المكتسبة بالاشتراك ف تنشيط الخلايا التائية المساعدةT-helper cells ، كما تضم الخلايا العارضة الخلايا الشجيرية وخلايا البلعم الكبير. ومن اهم السمات التي تميز الخلايا العارضة للمستضداتAPC هو التعبير الجيني لأحد جزيئات سطح الخلية المميزة التي تدعى بمعقدات التوافق النسيجي الكبرى major histocompatibility complex (MHC) من الصنف الثاني(MHC II) . كما ان الخلايا اللمفاوية البائية تلعب دورا مشابها لدور الخلايا العارضة على الرغم من انها لا تعتبر جزء من خلايا المناعة

المتأصلة. بالإضافة الى هذا فان هنالك خلايا تعبر عن هذه المعقدات (MHC II) مثل الخلايا الشبكية الطلائية thymic epithelial cells والتي من الممكن ان تلعب دورا متشابها للخلايا العارضة أيضا.



الخلايا العاملة في نظام المناعة المكتسبة

اللمفوسيتات، وهي الخلايا الرئيسية في نظام المناعة المكتسبة، تتنوع إلى عدة أنواع. اللمفوسيتات بي (B cells) تنتج الأجسام المضادة، بينما اللمفوسيتات تي (T cells) تنقسم إلى فئات مثل الـ Helper T cells التي تعزز الاستجابة المناعية، والـ Cytotoxic T cells التي تستهدف الخلايا المصابة، وخلايا الـ Regulatory T cells التي تلعب دوراً في تنظيم الاستجابة المناعية.

أ- الخلايا التائية السامة **Cytotoxic T lymphocytes**

الخلايا التائية السامة (Cytotoxic T cells) هي نوع من اللمفوسيتات تي في نظام المناعة المكتسبة. تعمل هذه الخلايا على استهداف وتدمير الخلايا المصابة بفيروسات، الخلايا السرطانية، أو الخلايا التي أصيبت بالعدوى. تقوم الخلايا التائية السامة بإفراز مواد سامة لتثقيب الخلايا المستهدفة وتحطيمها.

ب- الخلايا التائية المساعدة **Helper T cells**

الخلايا التائية المساعدة (Helper T cells) هي نوع من اللمفوسيتات تي في نظام المناعة المكتسبة. تلعب هذه الخلايا دورًا مهمًا في تنظيم وتعزيز الاستجابة المناعية. تقوم الخلايا التائية المساعدة بتحفيز اللمفوسيتات بي (B cells) لإنتاج الأجسام المضادة وتنشيط الخلايا التائية السامة (Cytotoxic T cells) للمساعدة في تدمير الخلايا المصابة.

إعادة تدوير الخلايا **Lymphocytes Recirculation**

عملية إعادة تدوير الخلايا اللمفاوية هي جزء أساسي من نظام المناعة في الجسم. تتم هذه العملية لضمان استمرار وظائف الجهاز المناعي والحفاظ على توازنه. العملية تشمل عدة خطوات:

1. إنتاج الخلايا اللمفاوية: يحدث هذا في النخاع العظمي، حيث يتم تكوين الخلايا اللمفاوية البيضاء، مثل اللمفوسيتات والخلايا اللمفية B و T
2. تكوين الخلايا الناضجة :تنتقل الخلايا اللمفية الناضجة إلى الأماكن المختلفة في الجسم، مثل الطحال واللوزتين، حيث تكتسب وتطور وظائفها الخاصة.
3. التفاعل مع المستضدات: تتفاعل الخلايا اللمفية مع المستضدات (المواد الغريبة)، سواء كانت بكتيريا، فيروسات، أو خلايا سرطانية. تستجيب الخلايا اللمفية بإنتاج أجسام مضادة (أجسام مناعية) أو بتدمير الخلايا المصابة.
4. مصراع الخلايا المناعية: بعد أداء وظائفها، تحدث مصارعة أو إعادة تدوير الخلايا اللمفية. يتم التخلص من الخلايا التالفة أو القديمة لتحل محلها خلايا جديدة.

هذه العمليات تحدث بشكل مستمر طوال حياة الفرد لضمان قوة وفعالية الجهاز المناعي في التصدي للتحديات البيولوجية.

المناعة المكتسبة **Acquired immunity**

يمكن تعريفها بأنها المناعة التي يمكن إن تتطور لدى شخص خلال فتره حياته ويكتسبها الفرد بعد التعرض بشكل طبيعي أو صناعي للمواد القريبة المسببة للأمراض أو نقل مواد مناعية جاهزة (الأجسام المضادة) له بشكل طبيعي أو صناعي.

توفر المناعة المكتسبة Acquired Immunity :استجابة مناعية محددة موجهة إلى مسببات الأمراض، وقدرة على التمييز بينها وبين مكونات الجسم، وبعد التعرض للأجسام الغريبة هناك استجابة أولية تقضي على مسببات

الأمراض، وفي حال تكرار التعرض لنفس الجسم الغريب يحدث تحفيز استجابة الذاكرة مع رد فعل مناعي أسرع لإزالة الجسم المسبب ومنع المرض.

ففي حال التعرض لمرض معدي مثل الجدري يتكون لدى الإنسان مناعة تؤدي إلى عدم إصابته بهذا المرض مرة أخرى بسبب قدرة الجسم على تكوين ذاكرة مناعية ضد مسبب العدوى، **وتنقسم المناعة المكتسبة إلى قسمين :**

1. **المناعة الخلوية Cell Mediated Immunity :** ويستعان فيها بالخلايا التائية مثل CD4 وCD8
   - ✓ تستغرق الخلايا التائية المنشطة عدة أيام لبدء هجوم بعد التعرض لجسم غريب لأول مرة، ولكن الخلايا التائية التي لديها ذاكرة تقوم باستجابة سريعة لسبب المرض في حال تعرض الجسم له مرة أخرى.
   - ✓ يلعب هذا النوع من المناعة دوراً هاماً في الاستجابات للعدوى الفيروسية، ورفض الجسم لزراعة الأعضاء، والالتهابات المزمنة، والمناعة للخلايا السرطانية.
2. **المناعة الخليطة Humoral Immunity :** وتتألف من الأجسام المضادة، وهي البروتينات المتخصصة المنتجة في الجسم استجابة للمستضد Antigen التي تنتشر في سوائل الجسم مثل بلازما الدم والسائل الليمفاوي .
   - ✓ تنتج الخلايا الليمفاوية البائية الأجسام المضادة التي تنظم المناعة الخليطة.
   - ✓ لا تفرز الخلايا الليمفاوية التائية نفسها الأجسام المضادة، ولكن تساعد الخلايا الليمفاوية البائية على إنتاجها؛ ولذلك تسمى المناعة المتواصلة بالأجسام المضادة أو الخليطة.
   - ✓ تنتج خلايا معينة في نخاع العظم الخلايا البائية، وتساعد على نضوجها.
   - ✓ يدافع هذا النوع من المناعة عن الجسم ضد معظم مسببات الأمراض البكتيرية والفيروسات التي تصيب الجهاز التنفسي والأمعاء.

ويمكن أيضاً تقسيم المناعة المكتسبة إلى:

A. **المناعة النشطة (Active Immunity):** وفيها تنتج خلايا المناعة الخاصة لدى الإنسان الأجسام المضادة استجابة للعدوى أو التطعيم، وتتميز بكونها بطيئة وتستغرق وقتاً في تشكيل الأجسام المضادة إلا أنها طويلة الأمد، وقد تكون المناعة النشطة طبيعية أو اصطناعية.

1. **المناعة الطبيعية النشطة:** تنشأ بعد أن يصاب الشخص بالمرض عن طريق العدوى مثل الأمراض المعدية كالجدري، ويكون جسم الإنسان بنفسه أجسام مضادة تحميه من المرض في المرات القادمة.

2. **المناعة الاصطناعية النشطة:** تنتج عن تلقي أو أخذ اللقاحات والمطاعيم مثل لقاح التهاب شلل الأطفال، والحصبة والنكاف والحصبة الألمانية، وتحتوي اللقاحات على نفس الفيروسات التي تسبب المرض، ولكن تكون الفيروسات ميتة أو ضعيفة بحيث لا تسبب المرض، وإنما قادرة على تحفيز الجسم لتكوين أجسام مضادة لها، وتحتوي بعض اللقاحات على جزء فقط من جرثومة المرض.

B. **المناعة السلبية (Passive Immunity):** وتتكون عند تلقي الأجسام المضادة الجاهزة مباشرة في الجسم للحماية ضد الأجسام الغريبة، وسميت المناعة السلبية لأن جسم الشخص المستقبل لا يصنع الأجسام المضادة، وتوفر هذه المناعة الحماية الفورية كما أن مفعولها ليس طويل الأمد، وقد تكون المناعة السلبية طبيعية أو اصطناعية.

1. **المناعة السلبية الطبيعية:** تنتقل الأجسام المضادة من الأم إلى الجنين عن طريق المشيمة، أو من خلال حليب الثدي؛ لحماية الرضيع من الإصابة بالأمراض.
2. **المناعة السلبية الاصطناعية:** حقن المتلقي بأجسام مضادة جاهزة، وتستخدم في كثير من الحالات لعلاج الأشخاص المعرضين لخطر الإصابة بالعدوى مثل بعد لدغة الأفاعي، أو ولادة طفل لأم مصابة بالتهاب الكبد ب، وتصنع هذه الأجسام المضادة في المعمل أو يمكن أن تأتي من أشخاص أخرى أو حيوانات.