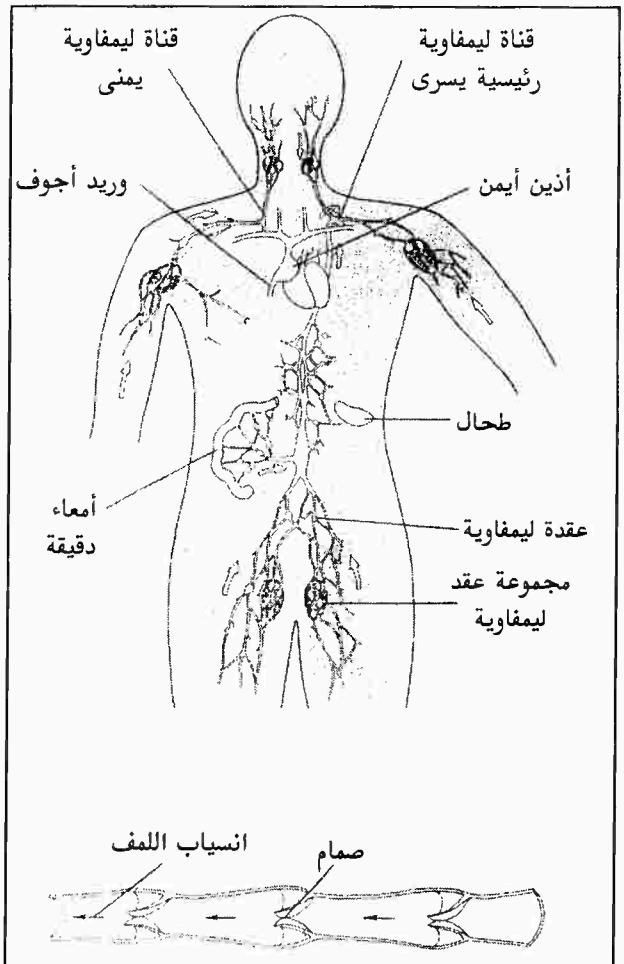
الفصل الخامس : الليمف والمناعة
Lymph and Immunity

لا يعود كل السائل النسيجى إلى الشعيرات الدموية ـ بعض منه يدخل أوعية ذات نهايات مغلقة وجدر رقيقة تسمى الأوعية الليمفاوية ـ والأوعية الليمفاوية من جميع أنحاء الجسم تتصل مع بعضها لتكوين وعائين كبيرين يفرغان محتوياتهما فى الدم .

والأوعية اللبنية التى تأتى من خملات الأمعاء الدقيقة تتجمع لتصب فى الوعاء الليمفاوى ولهذا معظم الدهون التى تمتص فى الأمعاء تصل إلى الجهاز الدورى ويسمى السائل فى الأوعية الليمفاوية باللليمف Lymph وهو يشبه فى تركيبه السائل النسيجى .

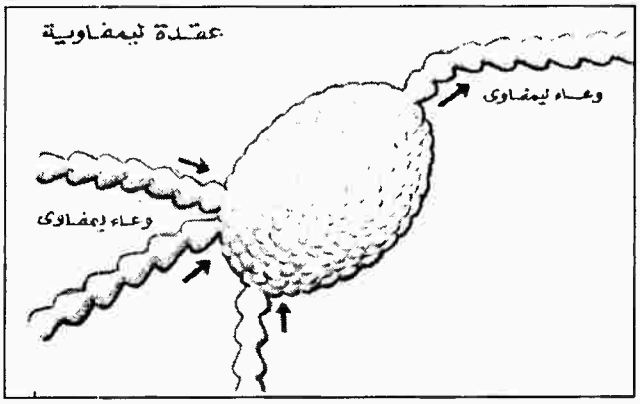
بعض الأوعية الليمفاوية الكبيرة تنقبض ولكن أغلب السائل الليمفى ينساب نتيجة انقباض الأوعية الليمفاوية الناشئ عن انقباض عضلات الجسم أثناء الحركة مثل المشى والتنفس وتحتوى الأوعية الليمفاوية على صمامات تشبه الموجودة فى الأوردة وتعمل على اندفاع السائل الليمفى فى اتجاه واحد نحو القلب .



قطع فى وعاء ليمفاوى يوضح الصمامات

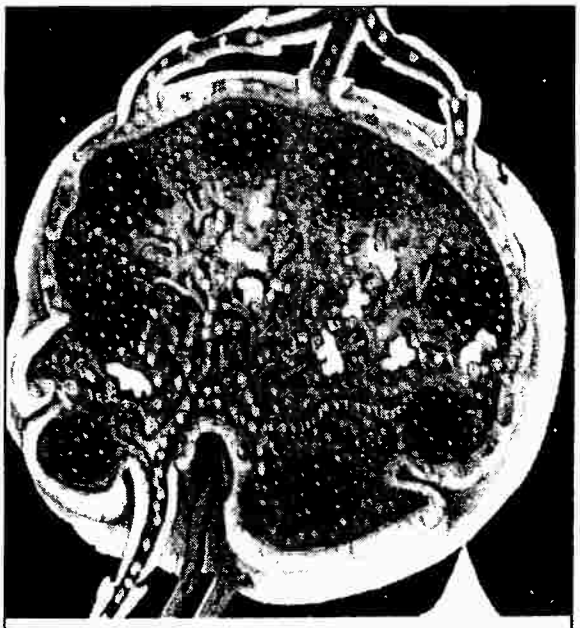
وعلى امتداد الأوعية الليمفاوية توجد انتفاخات تسمى العقد الليمفاوية تحتوى الخلايا الدموية البيضاء الليمفاوية والبلعمية وتمثل إحدى المناطق المناعية التى تدافع عن الجسم ضد الالتهاب .

* العقد الليمفاوية Lymph nodes



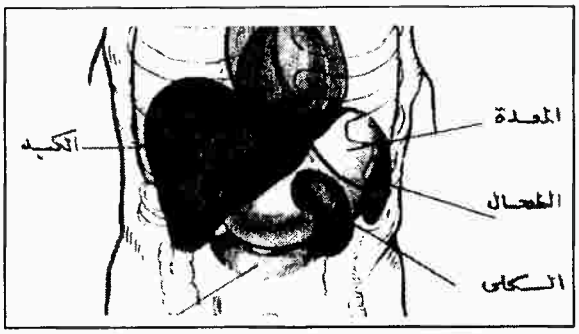
يحتوى الليمف القادم من الأنسجة مواد مختلفة من بينها السموم والبكتريا ولذلك يتم تنقية سائل الليمف قبل أن يصب فى تيار الدم ويتم ترشيحه عدة مرات بواسطة أعضاء تسمى العقد الليمفاوية والتى يتراوح عددها فى جسم الإنسان من ٦٠٠ ـــ ٧٠٠ عقدة ويتراوح حجمها من حجم حبة العدس إلى حجم اللوزة .

والعقد الليمفاوية أكثرها تحت الجلد مباشرة والبعض فى مستوى أعمق بكثير ويوجد فى داخل العقدة كثير من تجمعات الخلايا التى تنتج الخلايا الليمفاوية وهناك أنسجة شبيهة بهذه التجمعات فى أجزاء كثيرة أخرى من الجسم وخاصة فى الطحال والأمعاء والزائدة الدودية .

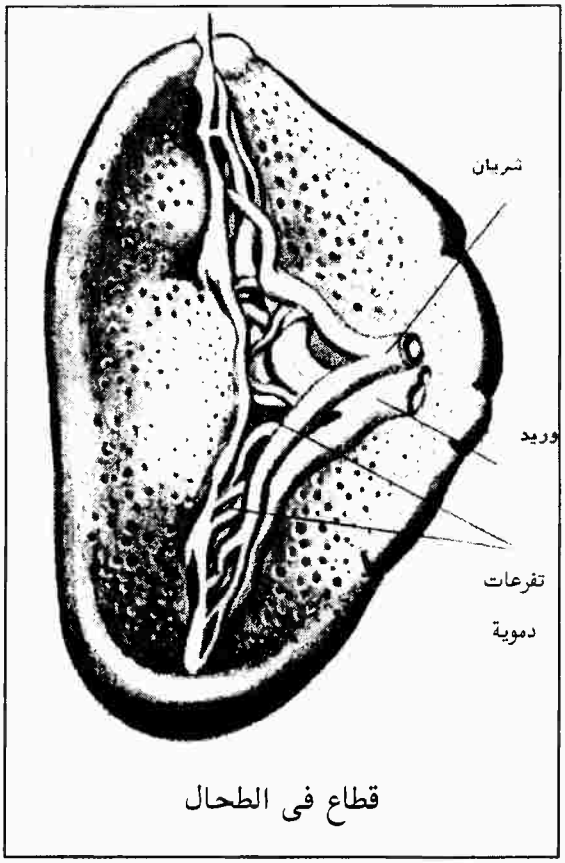


قطاع فى عقدة ليمفاوية

* الطحال Spleen



يعتبر من أكبر أعضاء الجهاز الليمفاوى وهو جسم أحمر قاتم طول ١٢ سم ويقع فى الجزء الأيسر أعلى التجويف البطنى بين الضلوع السفلية والمعدة ويحتوى أوعية ليمفاوية وأوعية دموية ووظيفة الطحال تحلل خلايا الدم الحمراء وإنتاج الخلايا الليمفاوية والأجسام المضادة .

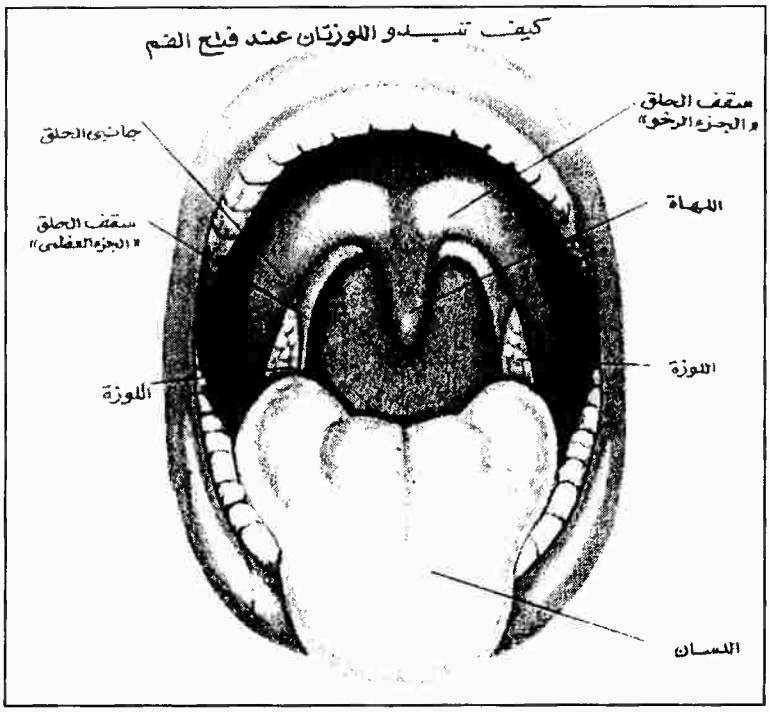


قطاع فى الطحال

ويحتوى الطحال على عديد من الخلايا البلعمية Phagocytes التى تحلل خلايا الدم الحمراء وتحول الهيموجلوبين إلى بلى روبين bilirubin وفيرتين Ferritin وهذه المواد تنساب إلى الدورة الدموية . حيث تخزن البلى روبين (صبغة الصفراء) فى الحوصلة الصفراوية بينما الفيرتين بروتين يحتوى الحديد من الهيموجلوبين ويستخدمه نخاع العظام فى إنتاج هيموجلوبين جديد .

وعندما تصل البكتريا إلى الطحال تقوم الخلايا الليمفاوية Lymphocytes فى إنتاج أجسام مضادة .

* اللـوزتـان



تقع اللوزتان فى أعماق الفم عند التقائه بالحلق وهما غدتـان صغيرتـان كـل منـهم فـى شـكل اللوزة وتوجد كل واحدة منهما على أحـد جانبى الحـلق بـين ثنيتين مـن الـغـشـاء المخاطى ويبلغ طول الواحدة بين $\frac{١}{٢}$ إلى $\frac{٣}{٤}$ بوصة .

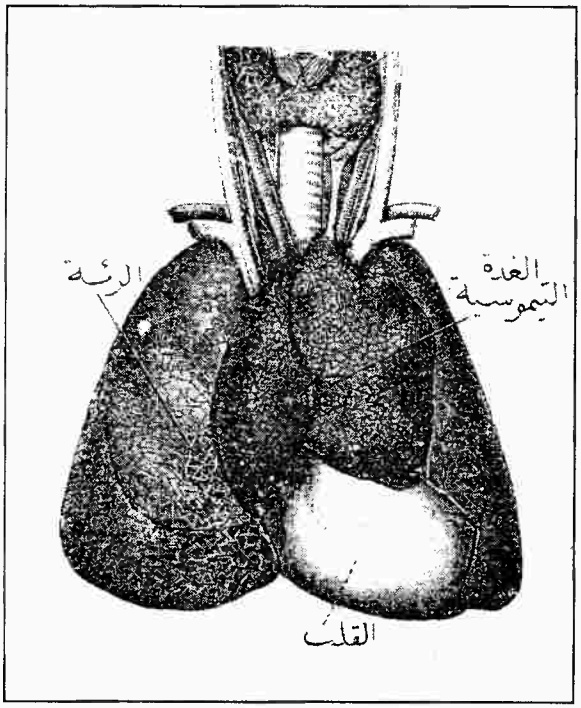
وتظهر فى الأطفال فى شكل كتلة ضخمة من الأنسجة ولكنهما فى البالغين تكونان صغيرتى الحجم لدرجة أنه يصعب رؤيتهما . وتتكون اللـوزة مـن عـدد مـن الفصـوص وداخل هذه الفصوص تجمعات ليمفاوية كثيرة داخل النسيج الليمفاوى ويغطـى اللـوزة غشاء يظل مبلل بمخاط لزج .

واللوزتان عضـوان لحمايـة الجسـم ضـد العـدوى لأنـهما ينتجـان خلايـا ليمفاويـة وموقعهما بين الفم والجهاز التنفسى والجهاز الهضمى يجعلهما مركـزا لموضـع تنتشـر فيه البكتريا الضارة .

ونتيجة عملهما تتضخم كل منهما وتصبح حمراء (لأنـها ملتهبـة) وذلـك لتجمـع البكتريا والجراثيم بين الفصوص ويتكون الصديد وتصبـح اللوزتـان بـؤرة صديديـة عـن

طريقهما يتم دخول الجراثيم إلى الجسم ولذلك يصبح من الضرورى استئصالهما وإلا نتج عنهما أمراض خطيرة مثل الحمى الروماتيزمية والتهاب غشاء القلب والتهاب الكلى .

* الغدة التيموسية Thymus



تقع الغدة التيموسية فى قمة القفص الصدرى على منطقة القلب والرئتين ــ ومن أهم أعضاء الجهاز الليمفاوى خاصة فى الأطفال حديثى الولادة حيث تتحكم فى نمو الطحال والعقد الليمفاوية .

وتنتج الغدة التيموسية خلايا ليمفاوية وتعتبر مركزا رئيسيا لمد الجهاز المناعى ضد الكائنات الدقيقة الضارة .

بعد البلوغ تصغر الغدة التيموسية ولكنها تظل أهم الأعضاء المناعية .

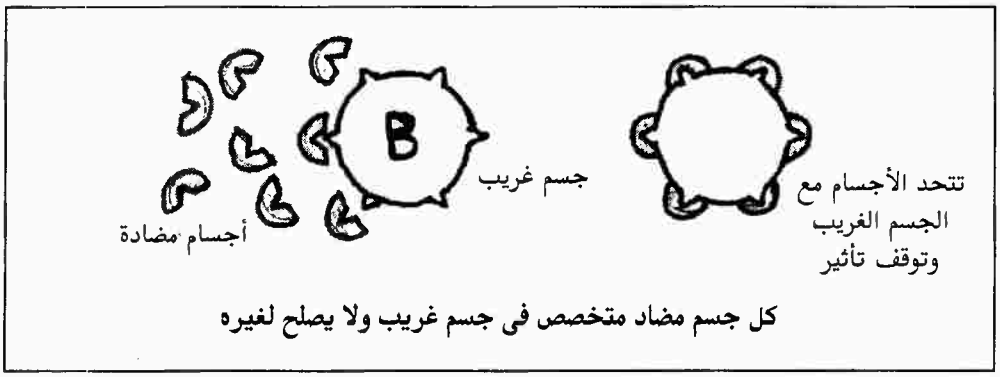
وبعض خلايا الدم البيضاء الناتجة من نخاع العظام تخزن فى الغدة التيموسية حيث تنقسم وتنتج أعداد هائلة من الخلايا الليمفاوية المبرمجة لإنتاج أجسام مضادة ضد كائنات دقيقة معينة .

* الأجسام المضادة Antibodies

على سطح خلية البكتريا مواد كيميائية تسمى المولدات Antigens وهناك نوع معين من الخلايا البيضاء والخلايا الليمفاوية يفرز مركبات كيميائية تسمى المضادات antibodies وهذه الأخيرة تهاجم البكتريا أو البروتينات الغريبة التى تدخل الجسم عن طريق التفاعل بين المادة المولدة والمادة المضادة لها antigen-antibody reaction .

والأجسام المضادة ما هى إلا بروتينات تفرزها الخلايا الليمفاوية فى البلازما وهذه الأجسام تتحد مع سطح البكتريا وتجعلها فريسة سهلة للخلايا البلعمية أو تعادل السموم التى تفرزها البكتريا وكل جسم مضاد متخصص بمعنى الذى يهاجم خلية بكتريا مرض التيفود لا يصلح لبكتريا مرض الكوليرا .

والأجسام المضادة التى تنتشر فى الـدم تعطى الجسم مناعة وتبقى لمدة محددة ويمكن أن تصنعها الخلايا الليمفاوية مرات عديدة وبسرعة مما يكسب الجسم مناعة ويمكن أن يكتسب الجسم هذه المناعة بصورة صناعية Artificial Immunity . عند استخدام اللقاح ضد الأمراض (Vaccine) ويمكن أن تستخدم الأجسام المضادة بصورة جاهزة فى المصل (Serum) .



كل جسم مضاد متخصص فى جسم غريب ولا يصلح لغيره

المناعة Immunity

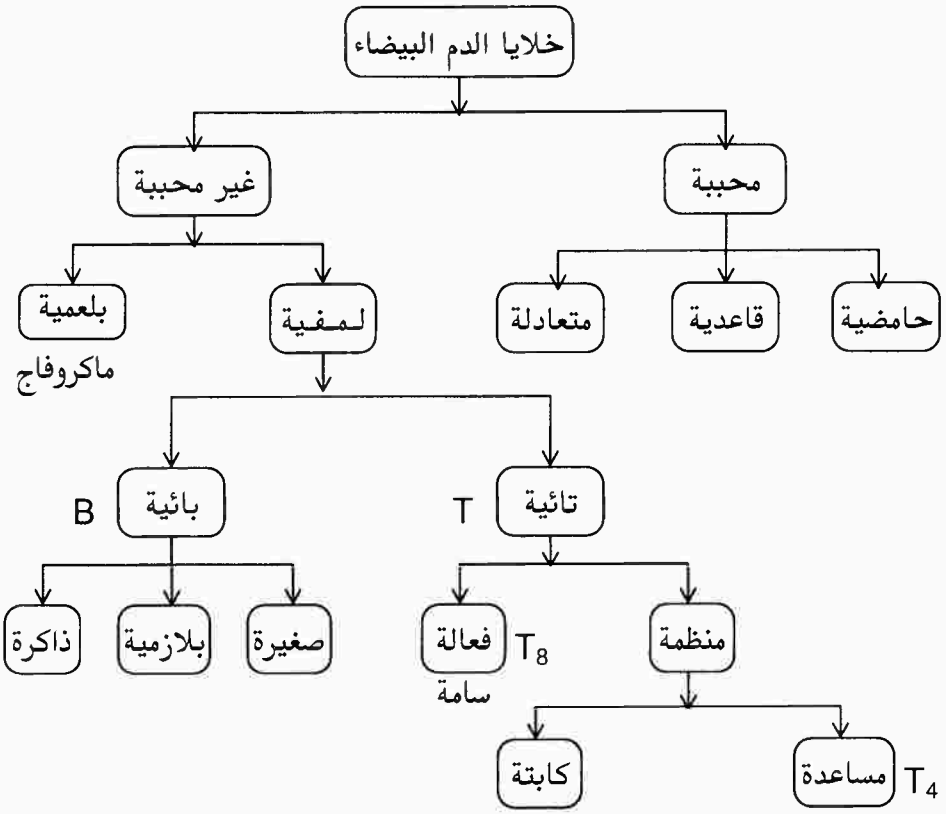
يعتبر الجهاز المناعى أساسى للبقاء ومثالا على الإبداع البيولوجى فعندما يقتحم عامل ممرض الجسم فإن خلايا الجهاز المناعى تكشفه وتعمل على تخليص الجسم منه .

والخلايا المناعية تتذكر كل عامل ممرض أصاب الجسم وعندما يقتحم هذا العامل الجسم مرة ثانية فإن الخلايا المناعية تقاومه بصورة أشد ويتصف الجهاز المناعة بالمرونة ووسائله المناعية على درجة عالية من التخصص فهى تقتل الأحياء الدقيقة والخلايا المصابة بها كما تتلف الخلايا السرطانية ولهذا الجهاز القدرة على التعرف على هذه الأخطار والقدرة على التمييز بينها وبين أنسجة الجسم العادية لأن خلايا الجسم العادية يميز أغشيتها بروتين مميز لهذه الخلايا آنتيجن (Antigen) يختلف عن الآنتيجن فى أى خلايا أخرى .

ويدعم الجهاز المناعى التغذية الكاملة المتوازية والرضاعة الطبيعية والقسط الكافى من الراحة والنوم والعوامل الوراثية الخاصة ببنية الجسم .

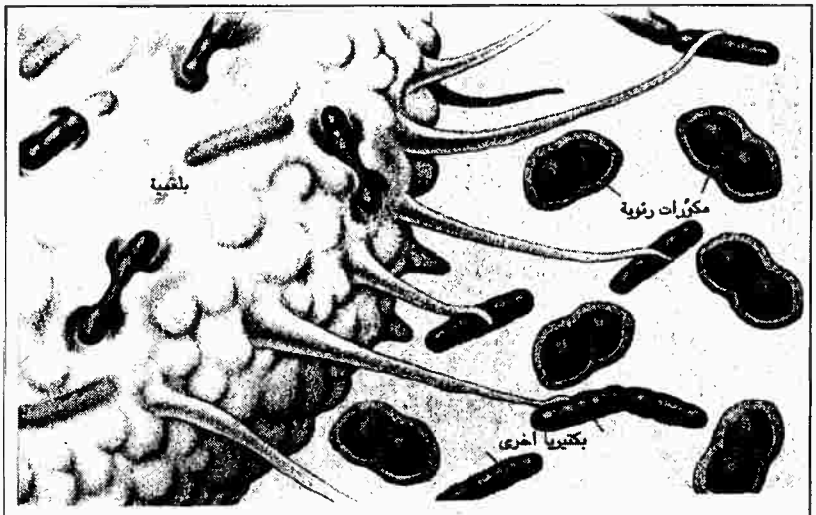
ومن وسائل الجهاز المناعى الخلايا الدموية البيضاء منـها الخلايـا المحببـة كبـيرة الحجم كثيفة السـيتوبلازم نواتـها تتكـون مـن فصـوص وهـى أنـواع منـها الحامضيـة والقاعدية والمتعادلة .

ومنها الخلايا غير المحببة ذات سيتوبلازم غير محبب ولها نواة كبيرة وتنقسم إلى الخلايا اللمفية Lymphocytes والخلايا الوحيدة Monocytes .



*** الخلايا الوحيدة (البلاعم) (الماكروفاج)**
Monocytes and macrophagocytes

خلايا دموية بيضاء تتكون فى نخاع العظام وتنتقل إلى الـدم وتـهاجر إلى الأنسـجة وتتحرك نحو موضع الإصابة وتتحول إلى خلايا كبيرة تسـمى البلاعـم تلتـهم الخلايـا الغريبة وتتعرف على الآنتيجينات وتقدم معلومات للخلايا الليمفاوية الآخرى لتكويـن أجسام مضادة وتلتهم الخلايا التالفة .



خلية ميكروفاج ذات سطح غريب به عديد من الزوائد الجاهزة لالتقاط أى خلية بكتيرية فى جزء من الثانية

* الخلايا الليمفاوية Lymphocytes

تتولد فى نخاع العظام والطحال وتهاجر إلى اماكن أخرى وتحمل تعليمات بالأعمال التى ستقوم بها وتتميز إلى :

الخلايا التائية T : تنضج فى الغدة التيموسية .

والخلايا البائية B : تنضج فى العقد الليمفاوية فى جميع أنحاء الجسم .

الخلايا التائية (T cells) T. Lymphocytes

ثلاثة أنواع :

الأول : يقتل الخلايا المستهدفة بأن ترتبط بها ولا تبتلعها بل تحدث تلفا يسبب موت الخلية ويسمى T_8 السامة Cytotoxic.

الثانى : تحث الخلايا المناعية وتنشطها وتسمى Inducer T_4 .

الثالث : تثبط الخلايا المناعية حتى لا تهاجم الجسم وتسمى T_8 المثبطة Suppressor .

وتعتبر T_4 المحثة ذات طبيعة خاصة ولها الصدارة فى جهاز المناعة فهى تحث B على إنتاج الإجسام المضادة وتفرز مركبات بروتينية (انترلوكين ٢ والانترفيرون جاما) تنشط الخلايا البلعمية .

الخلايا البائية B. Lymphocytes (B cells)

بعد أن تنضج تتخصص فى إنتاج الأجسام المضادة وهى تنتج جسم مضاد لكل آنتيجين معين ثم تنشط وتنشر هذه الأجسام المضادة فى الدم ليهاجم آنتيجين الجسم الغريب عندما يقابله .

وهذه الخلايا نوعين :

ـ خلايا B تنمو وتكبر فى الحجم وتتوقف عن التكاثر وتنتج الأجسام المضادة وتسمى الخلايا البلازمية Plasma cells .

ـ وخلايا B تقوم بدور خلايا الذاكرة وتعيش سنوات متعددة للتعرف على الآنتيجين فى حالة تكرار العدوى .

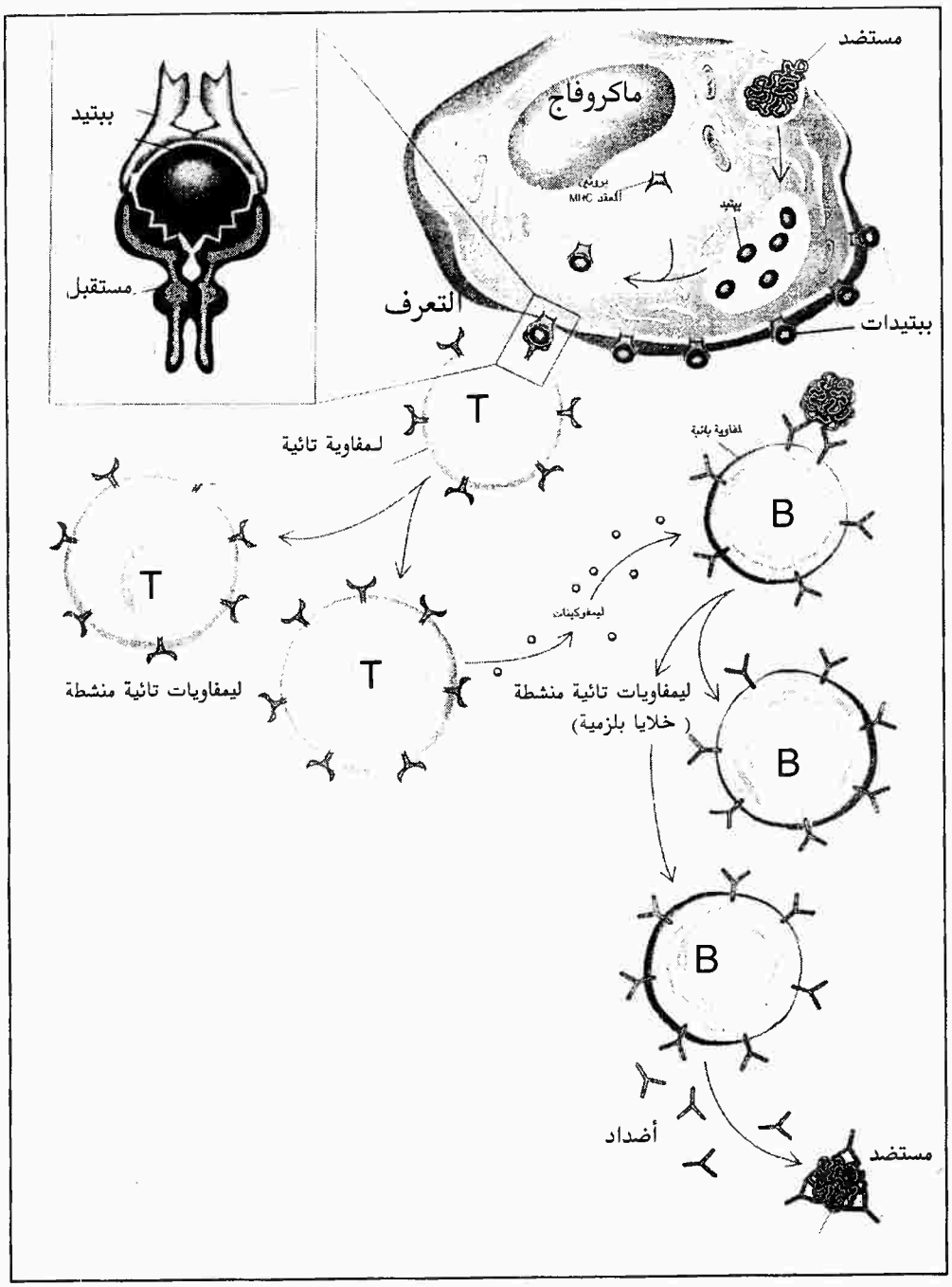
ماذا يحدث عندما يدخل جسم غريب يميزه بروتين مثير Antigen ؟

١ ـ تأكله البلاعم الكبار (الماكروفاج) فى الشكل يسمى الجسم الغريب (المستضد) وقد يكون جرثومة أو بكتريا وتتعرف عليها وتجزئها إلى ببتيدات يتم إظهارها على سطح خلية الماكروفاج .

٢ ـ تتجه الخلايا الليمفاوية التائية للتعرف على هذه الببتيدات الخاصة بالمستضد وتكون لهذه الببتيدات على سطحها مستقبل وتنقسم الخلايا التائية نتيجة هذا التعرف وتصبح منشطة .

٣ ـ تفرز الخلايا التائية المنشطة هرمون (ليمفوكين) الذى ينبه الجهاز المناعى وينبه الخلايا البائية التى تحمل هى الأخرى مستقبلات يمكنها من أن تتعرف على المستضد ثم تنقسم وتتمايز إلى خلايا بائية بلزمية تفرز أضدادًا عندما ترتبط بالمستضد توقف تأثيره .

٤ ـ تصبح بعض الخلايا البائية والخلايا التائية خلايا ذاكرة memory cells تمكث فى الدورة الدموية لمهاجمة هذا المستضد إذا عاد للظهور مستقبلاً .



رسم تخطيطى يوضح هضم الماكروفاج للمستضد وتعرف الخلايا T عليه وتكوين مستقبل له حتى تنشط خلايا B لإفراز أضداد تتحكم فى المستضد .