

# Organs and Cells of the Immune System

ياسمين خليل

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# Objectives

- The organs and tissues of the immune system
- Haematopoiesis and formation of blood cells
- Immune cells classes, functions and circulation
- Immune cells development and maturation

اللهم ارحم أيهم واغفر له وعافه وأعف عنه  
واجمعه وأهله والمسلمين في الجنة

# Anatomy of the Immune System

## Lymphoid organs:

كمان إنتاج ونضج الخلايا  
اللمفاوية.

1. Primary or central lymphoid organs:  
bone marrow and thymus

B-cells

①

T-cells ②

2. Secondary or peripheral lymphoid organs: lymph nodes, spleen, and mucosal and cutaneous immune system

كمان مواقع التي  
بعض فيها

استجابته مناعية  
(انتقاء الخلايا)

المناعة مع  
(Antigens)

الذاتية - سمة مقرون لهم

## Blood cells in the immune sys:

1. Innate immune cells:  
"phagocytes" macrophage, neutrophils, dendritic cells

خلايا خطري (سريعة)

الاستجابة غير منضمة ، تقدم على

ⓑ

Ⓒ

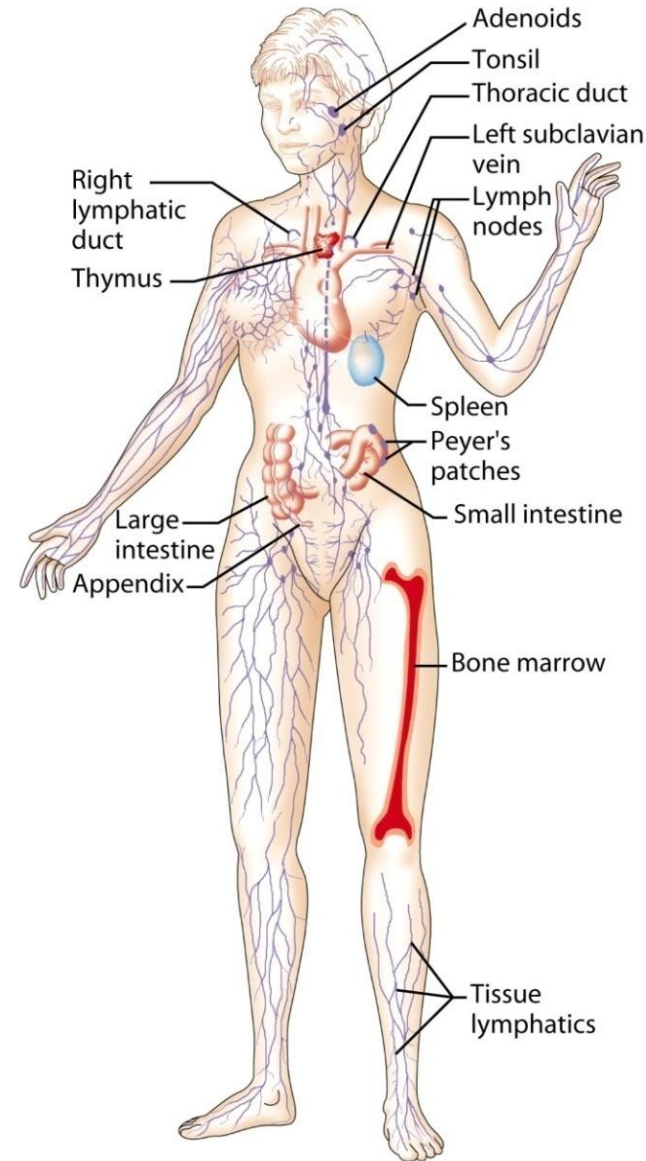
2. Adaptive immune cells:  
"lymphocytes" T cells, B cells

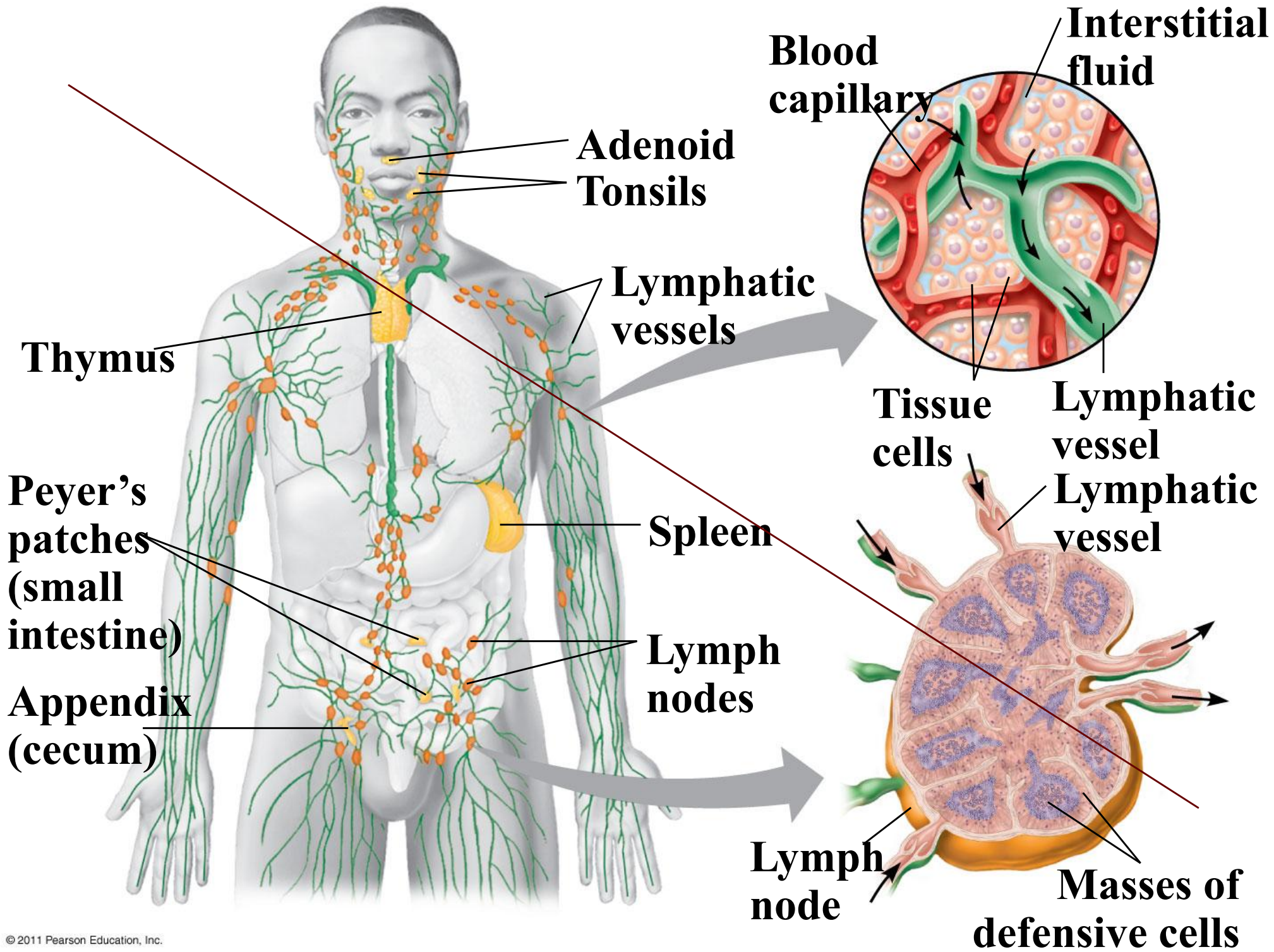
خلايا مناعية  
كثيرة ذاتية  
(مناعية)

Thymus

Bone marrow

## Lymphatic and blood circulation





يبدأ حياة الخلايا المناعية في مرحلة، نشأة - (Arise) إلى قسمين lymphoid organs 1° ،  
بم تقسيم وتجهيز ونزوح الخلايا مثل Thymus + Bone marrow ، بين لسما ما هار أي عملية دفاع و مقاومة ، بعد من يحصل عنها

مرحلة التفاعل (Interaction) عن طريق lymphoid organs 2° ، من خلال إنه تلتقي الخلايا، بالاصابة

مع Antigens (الأضداد الغريبة) مثل lymph nodes ، spleen

- The cells of the immune system spend much of their time in lymphoid organs. They develop (arise) in primary lymphoid organs, and they interact with antigens in secondary lymphoid organs.

- Thymus: primary lymphoid organ for T cell development

- Bone marrow: primary lymphoid organ for B cell development

- Lymph nodes: collect antigens from tissues

- Spleen: collects antigens from blood stream

2° lymphoid organs

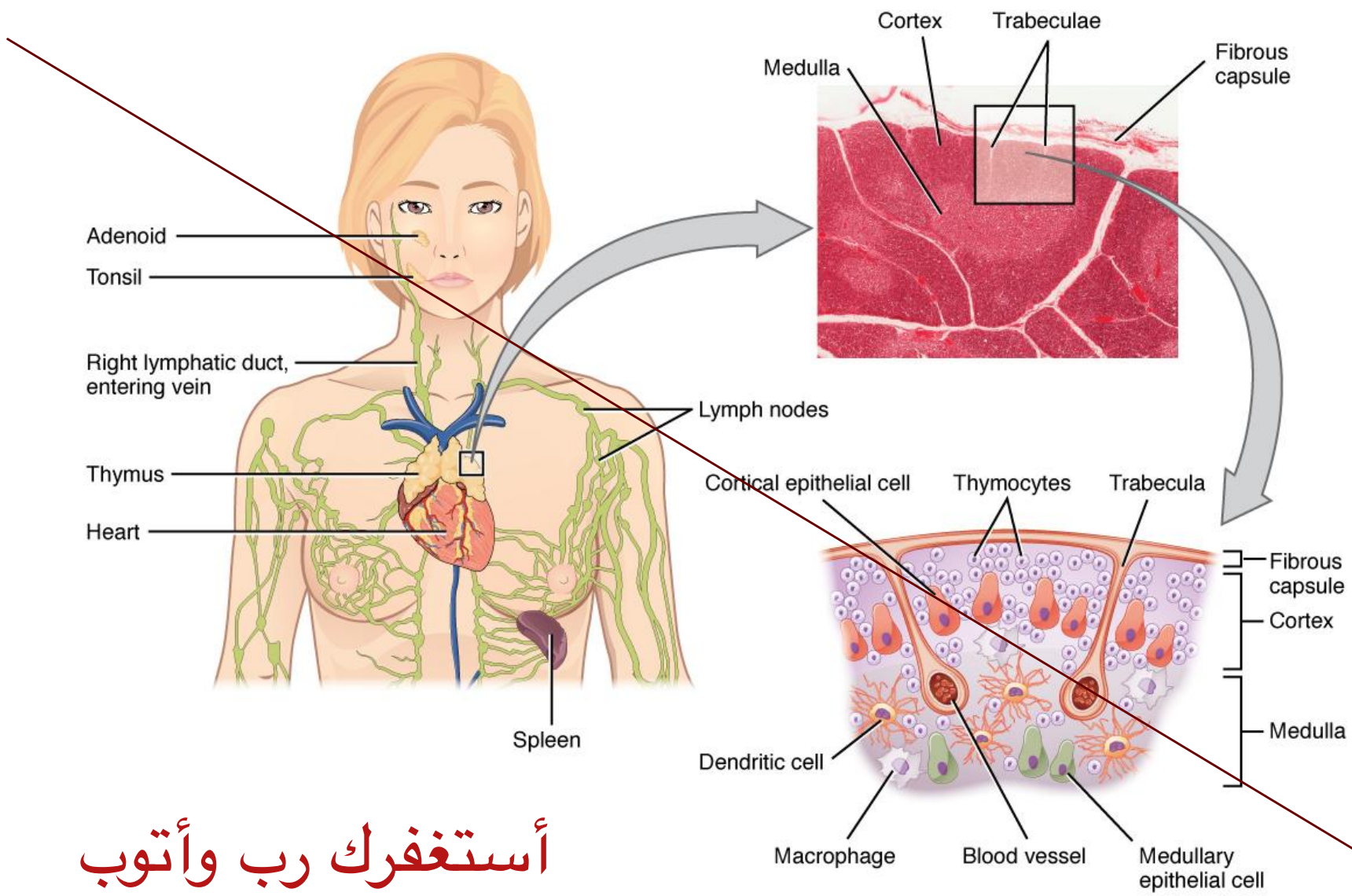
# Lymphoid Organs

## مكان النضج 1. Thymus : The site of T-cells Maturation

عضو مسطح يتكون من فصين (فصين) فوقه القلب

- Flat bilobed organ situated above the heart
- Each lobe is surrounded by a capsule and divided into lobules separated by connective tissues called trabeculae  
*كل ذنب (فص) منه ينقسم إلى أبرز، أبرز يفصل بينها أنسجة ضامة اسمها Trabeculae*
- The thymus reach its maximum size at puberty and then atrophies  
*عند مرحلة البلوغ يتكون ما هي الغدة ومهلت لأقصى حجم ابها ونشاطا، بعد البلوغ تبدأ بالانحسار وتضم*
- The thymus generation of T cells drop with time. By the age of 35 thymus generation of T cells drop to 20% and by the age of 65 it drop to 2% of newborn levels  
*استبدال المنيع اللينفاوي بنسيج دهني*
- Play critical role in formation and maturation of T cells  
*تنخفض قدرة الغدة مع تقدم العمر على إنتاج T-cells*

كـ مهمتها إنتاج ونضج T-cells بعد ما تخرج الخلايا من Bone marrow ، في بتسبب تميز الخلايا أو الأقسام ، لفريبة عند خلايا الجسم



أستغفرك رب وأتوب

إليك

مكانه الإنتاج و تصنيع B-cells

## 2. Bone Marrow

نسيج مرنة داخل العجوف الداخلي للعظم

- Bone marrow is the flexible tissue in the interior of bones

يشكل تقريباً 4% من إجمالي كتلة جسم الإنسان (أحياناً يصنع خلايا الدم في الجسم)

- On average, bone marrow constitutes 4% of the total body mass of humans

- There are two types of bone marrow: **red marrow** (also known as myeloid tissue) and **yellow marrow**

هو البند المنتج ضاعياً ضاع خلايا جذعية stem cells

اسمه العلمي

تكونه من خلايا دهنية

(مع تقدم العمر تتحول الـ Red إلى Yellow)

- Bone marrow is the site of haematopoiesis and the origin of B cells in human

مكانه إنتاج خلايا الدم بكل أنواعها

في الصفو الأولي المسؤول عن نشأة و تصنيع B-cells

- The hematopoietic component of bone marrow produces approximately 500 billion blood cells per day

تقريباً 500 مليارات خلية دم ينتجها Bone marrow يومياً (رقم كبير مما يشاهد بعد فحص الخلايا الكمية + تكونه خلايا سليمة لأنه المنع ما

يجمع للخلايا لإزالتها للدورة الدموية الجديدة، التأكد من إنها ناضجة (أي بمعنى السليمة فخصير إليها Apoptosis موتاً مبرمجاً)

تفلسر السائل اللمفاوي  
من الأنسجة صلباً مباشرة  
متمثلة بالعدوى السوية في spleen

### 3. Lymph Nodes

هي تجمعات دائرية أو بيضوية من الأنسجة اللمفاوية، موجودة على طول القنوات اللمفاوية في كل أنحاء الجسم (القطب)

- Lymph nodes are a nodular aggregates of lymphoid tissue located a long lymphatic channels through out the body
- As the lymph pass through the lymph nodes immune cells sample the antigens of microbes that might enter the body

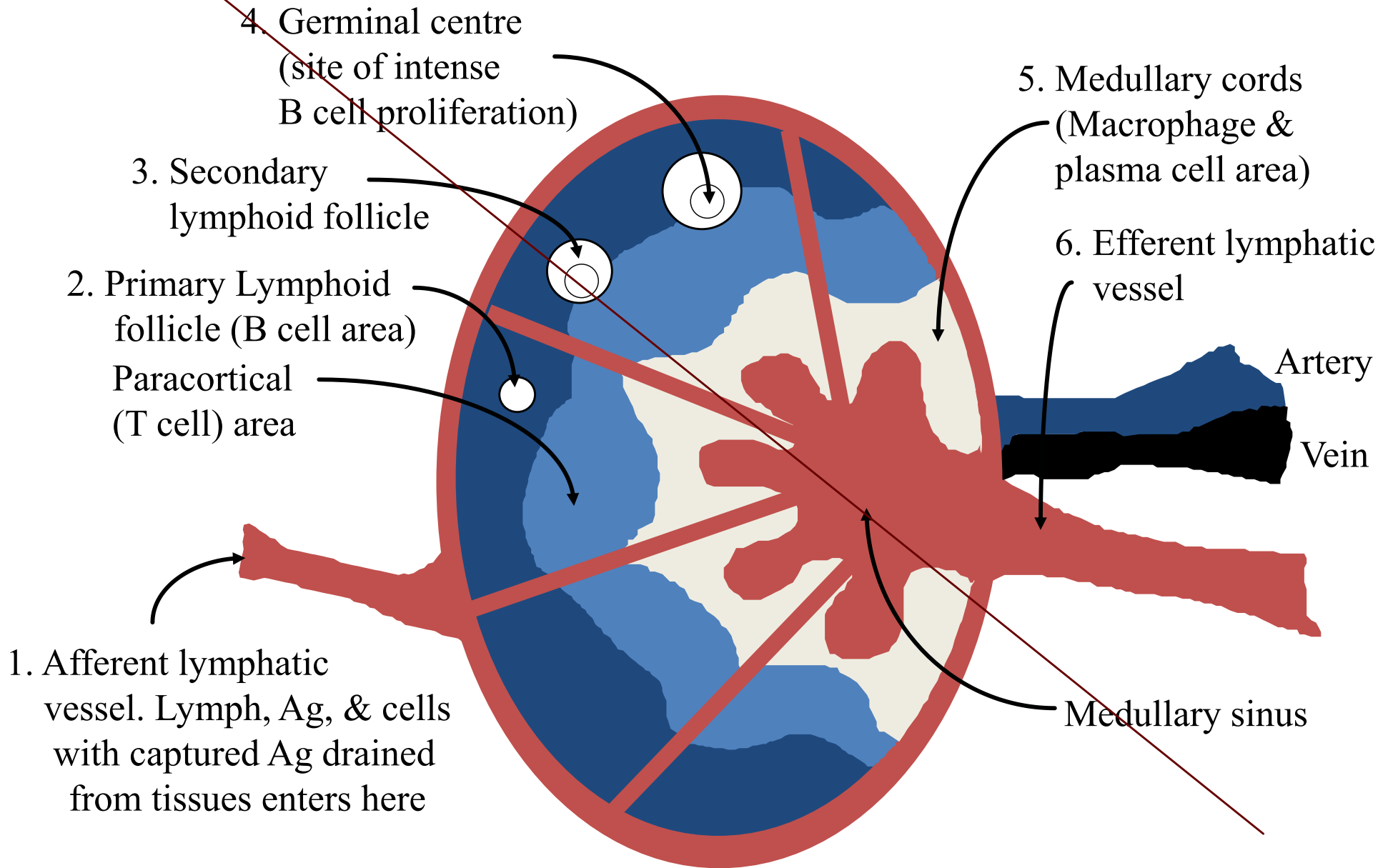
① لجأير السائل اللمفاوي عبر هاتين الـ nodes ، بتفحص الخلايا المناعية  
المناعية الـ antigens ② د تلتقط الخلايا المناعية داخل nodes أي microb

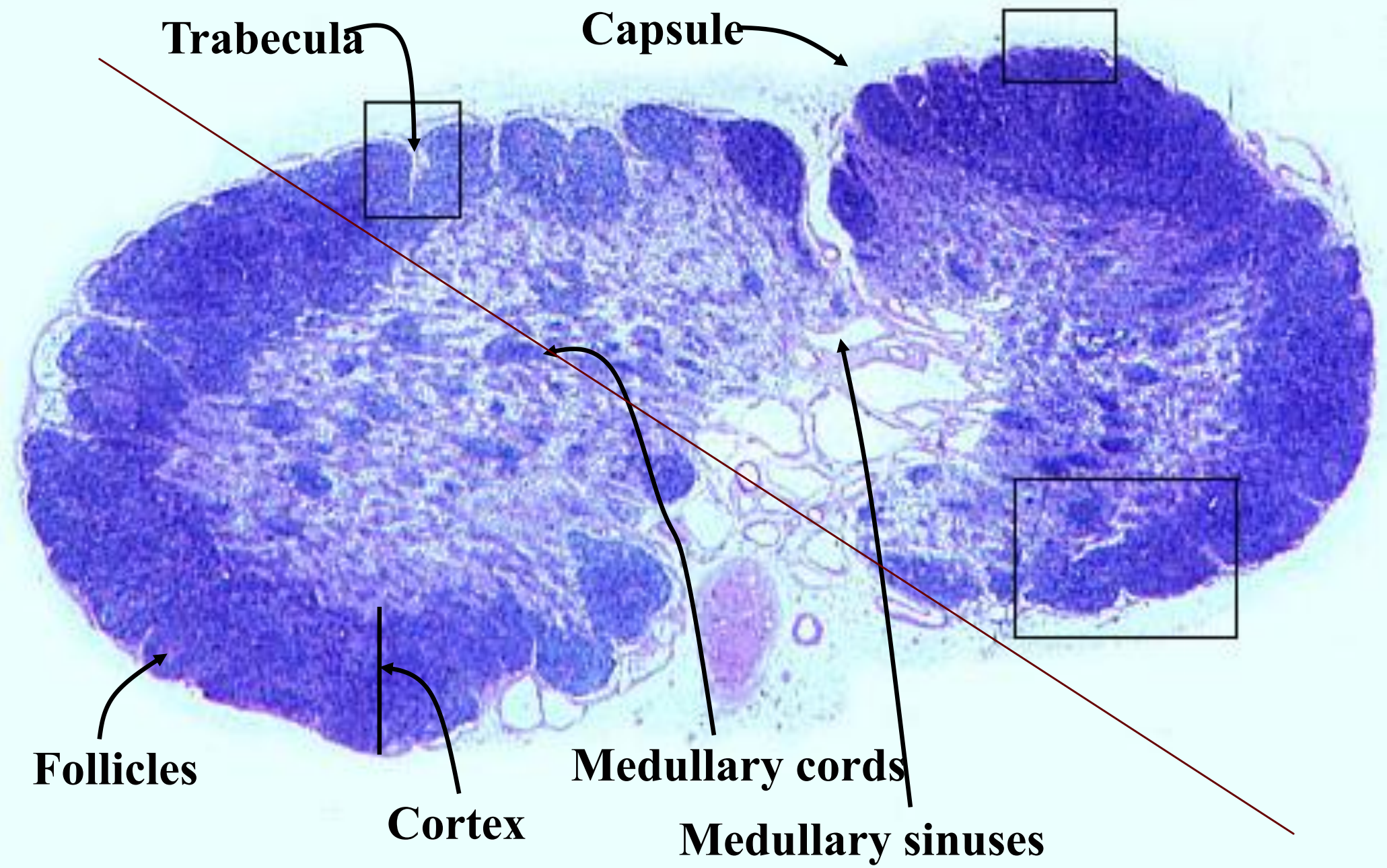
- Antigens that might enter the body became concentrated and captured in the lymph nodes

③ د بفسر في الشئ اسمه تكثيف وتركيز (concentration) الـ antigen بواسطة الـ nodes

في مكان واحد وفسر بعنايه تزيد فزعة الانتقاء الـ antigen مع الخلايا اللمفاوية بدل ما تبحث منه في كل الجسم في خلاها يكونه صغر كثر في هاتين العقد nodes

# Lymph node





طحال : عقبة الدم (تتجمع له كتيرة)

# 4. Spleen

هو عقدة لمفاوية كبيرة إلا إنه لا يتصل بأوعية لمفاوية

هو عضو بطني ، مكانه في الجانب العلوي الأيسر من البطن

- Abdominal organ that serve as a big lymph node
- Unlike the lymph nodes the spleen is not supplied by lymphatic vessels
- The spleen had two main compartment the red pulp and the white pulp separated by diffuse marginal zone
- Blood enter the spleen through a network of channels called sinusoids
- Blood-borne antigen are trapped and concentrated in the spleen
- Immune cells in the spleen identify, ingest and destroy microbes

بل إنه مباشرة متصل بالدورة الدموية

ينقسم إلى منطقتين يفصل بينهما Marginal Zone للدم : لب أقر + لب أبيض

التخلص من RBCs الكبيرة في العرق

يدخل الدم للطحال عبر شبكة من القنوات له قبة اسمها sinusoids

يتم احتجاز وتركيز antigens إلى صائفة في الدم داخل الطحال (مكانها متصل مباشرة مع الدورة الدموية)

دائما في المناعة توصل ؟ identify < ingest < Destroy  
تعرف < يتلغ < تدمر

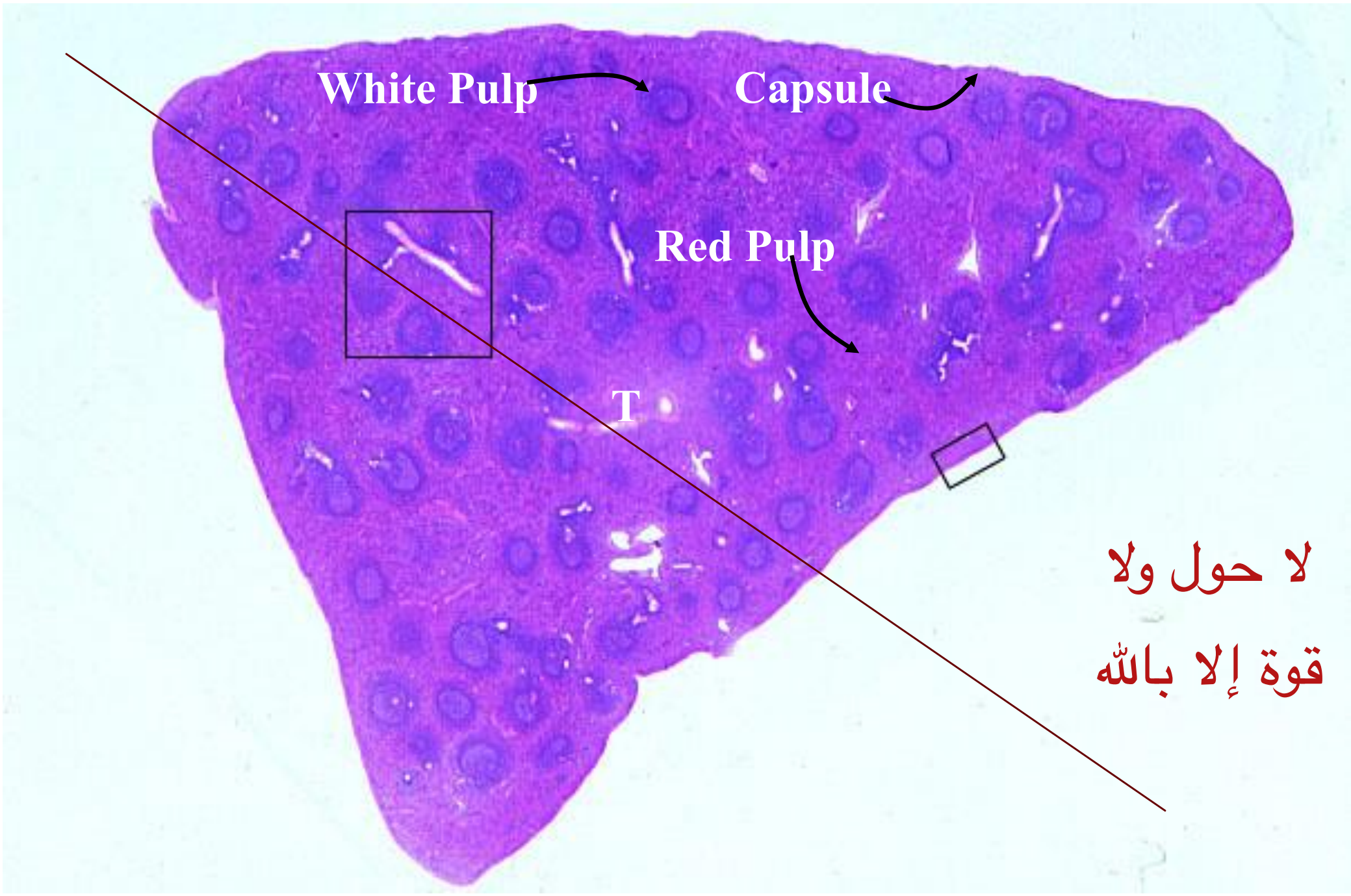
White Pulp

Capsule

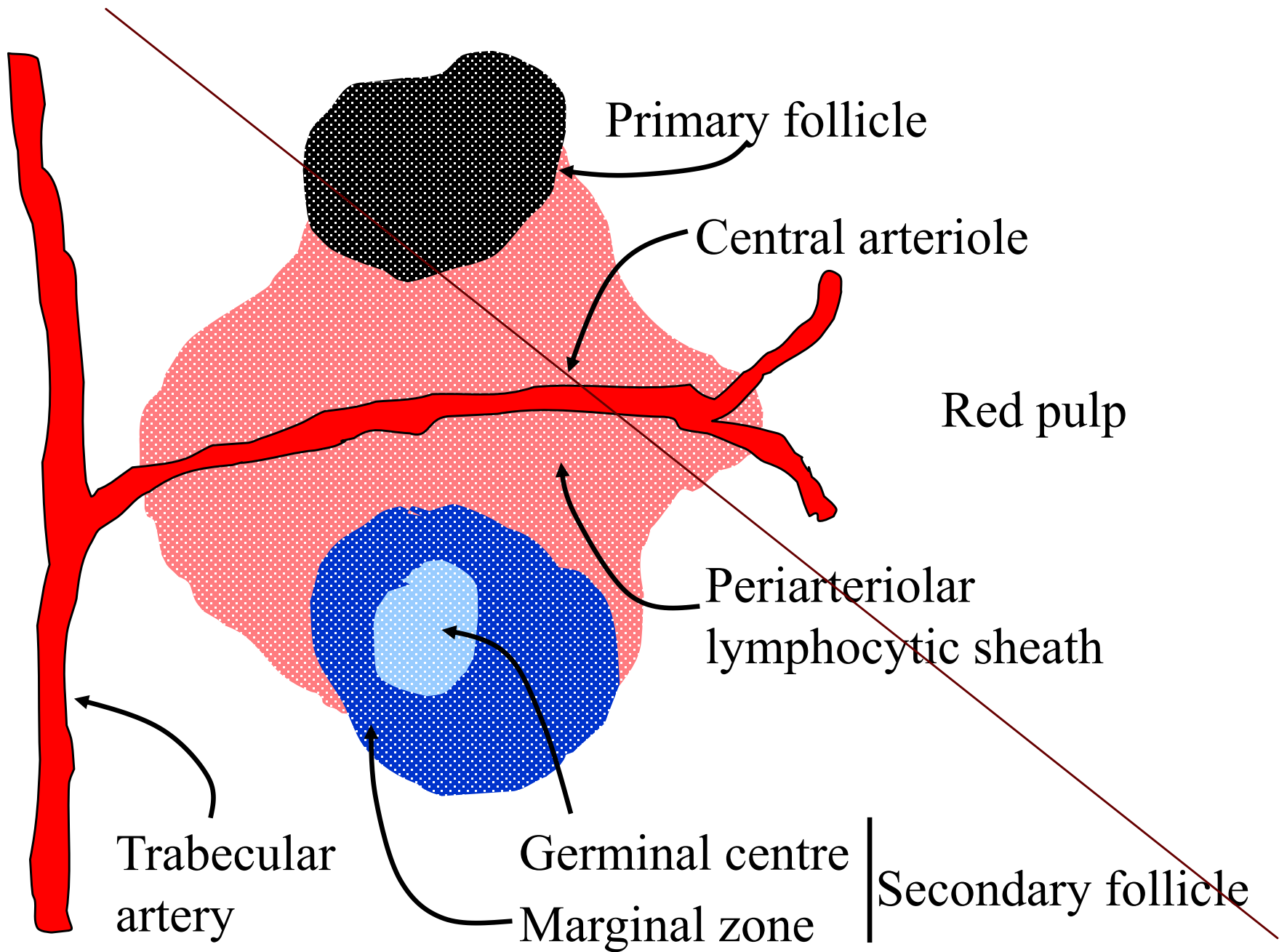
Red Pulp

T

لا حول ولا  
قوة إلا بالله



# Spleen



# 5. Cutaneous and Mucosal Lymphoid Organs

وكانها عبارة تحت Epithelia بين المكاني، الأذى عنقبة للـ microbes. جاز مايكروب مع الطعام أو الهواء أو لمس الأشياء

- Located under the epithelia of the skin, GIT and respiratory tracts. It includes: pharyngeal tonsils, adenoids, appendix and peyer's patch
- Sites of immune response to microorganisms that breach epithelia

ومن ما يتصلبان الليمفاوية

اللوزتين

لحمية اللانق

زائدة دودية

جدار الأمعاء المتينة

هنا الأنجحة هي الموقع الرئيسي

لبد الاستجابة المناعية عند الكائنات له قبة. أي تحت Epithelia، مجرد ما جعلت روح تبدأ خلايا المناعة تحملها عناء ما تنتقل لبقية الجسم والدورة الدموية

عملية: تكوين الدم

# Hematopoiesis

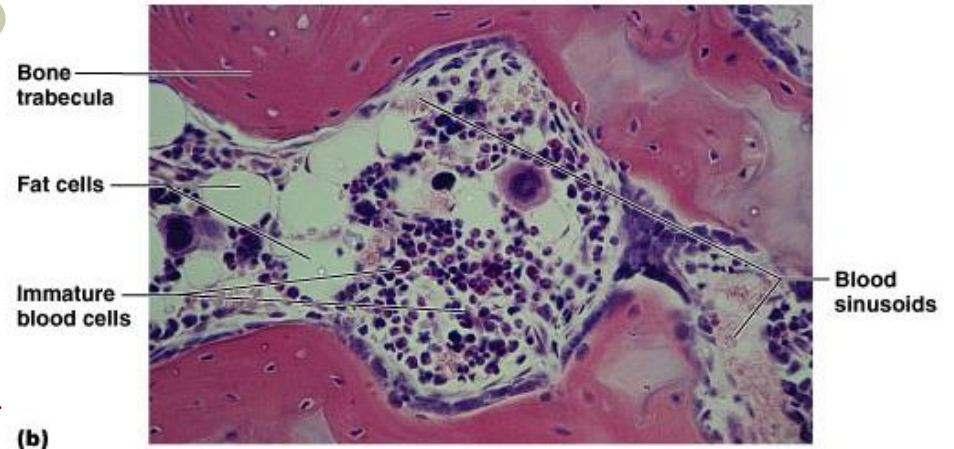
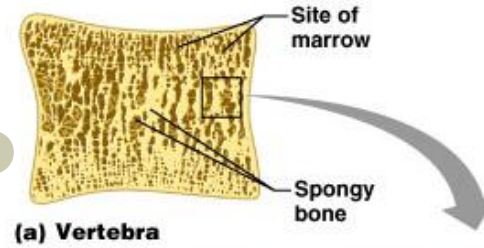
RBCs, WBCs, platelet

- Formation of blood cells
- Occurs mostly in red bone marrow
- All cells arise from same blood stem cell (pluripotent hematopoietic stem cells)

عملية مستمرة

كل خلايا الدم بدونه استثناء  
تنشأ من نوع واحد من الخلايا الجذعية

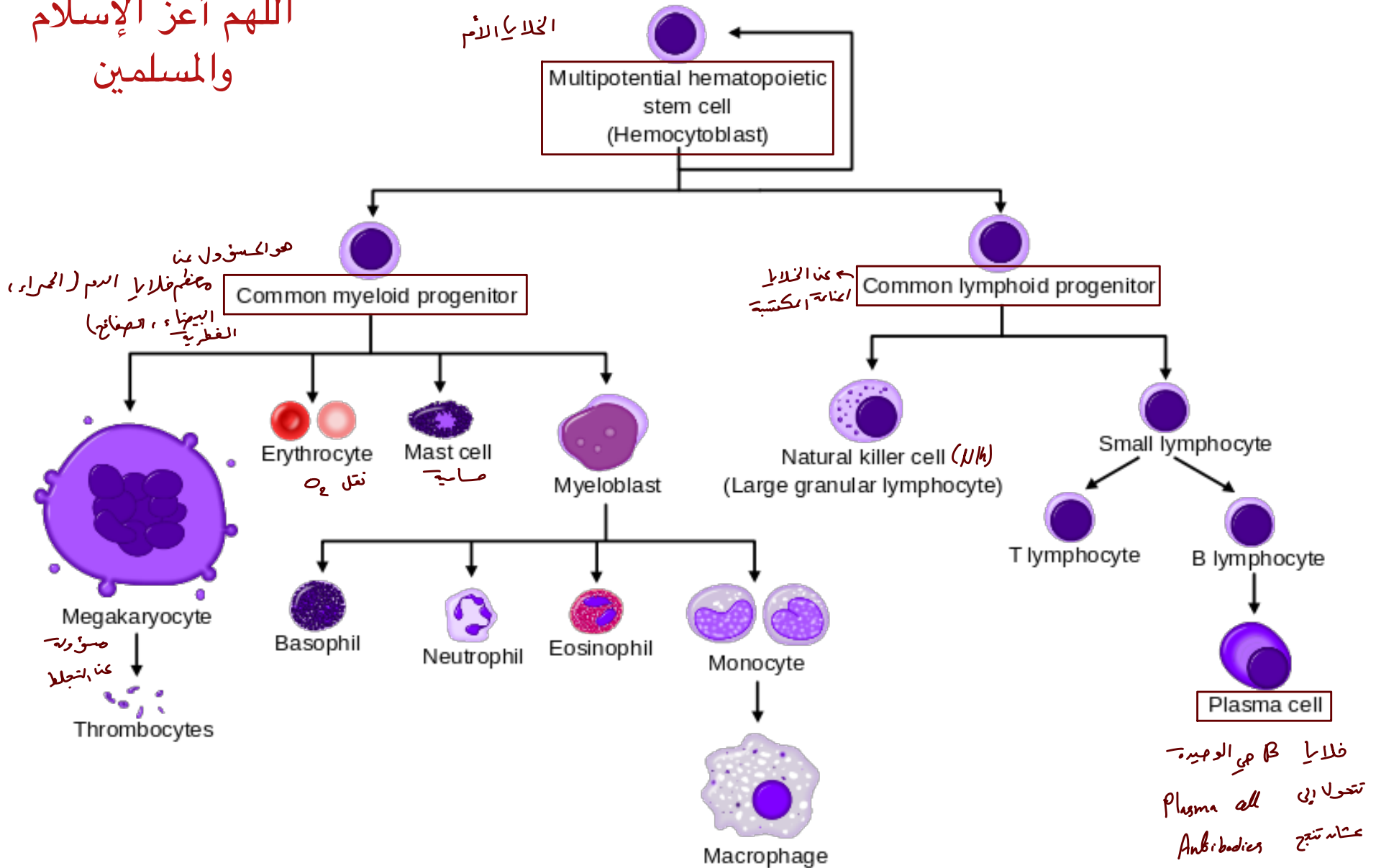
مستمرة، لا تتوقف : يعني عملية خازنة  
عند الحاجة فقط وتحتاج إلى أي  
نوع من أنواع خلايا الدم حسب الحاجة الجسم



# Formation of Blood Cells

مهم

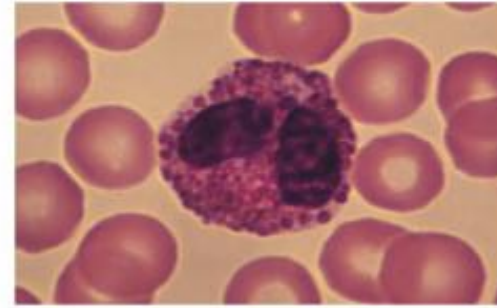
اللهم أعز الإسلام  
والمسلمين



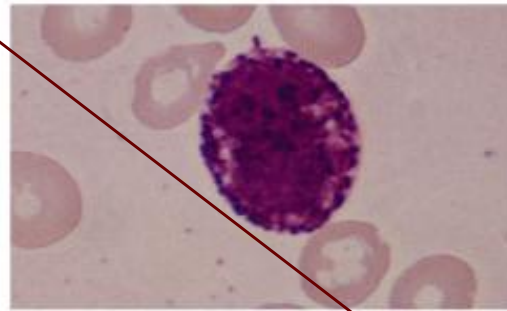
# Leukocytes



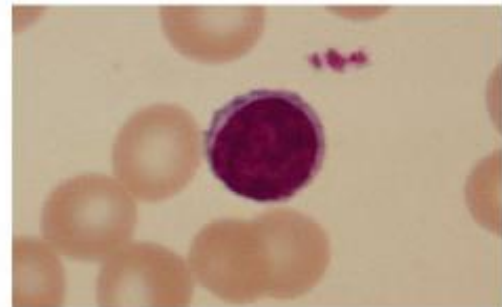
(a) neutrophil



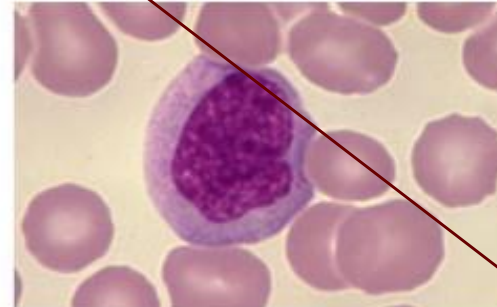
(b) eosinophil



(c) basophil



(d) small lymphocyte



(e) monocyte

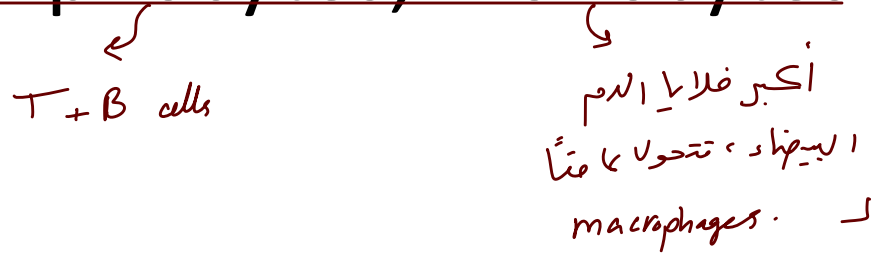
# Leukocyte Types

- Artificial division into granulocytes and agranulocytes ما فيها صبغات يتم تقسيم الخلايا الاصطناعياً إلى مجموعتين بناءً على وجود حبيبات granules

- Granulocytes: neutrophils, eosinophils, basophils (according to how stain)

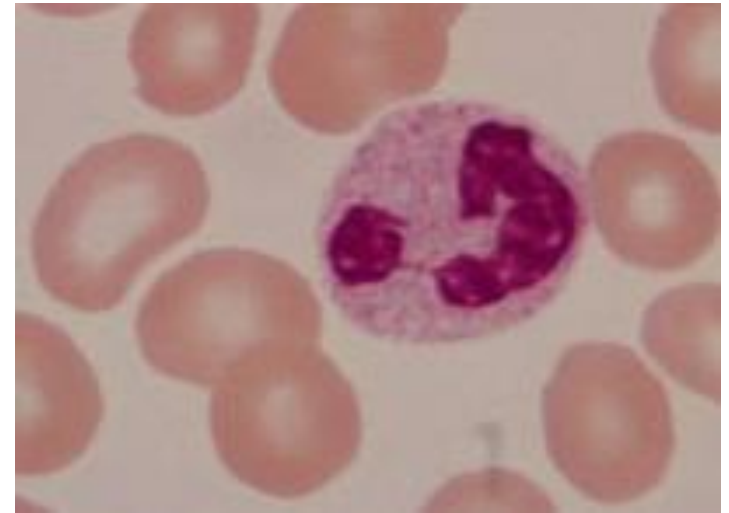
- Granules → فيها صبغات
- Lobed nuclei → النواة أكثر من جزء، بعضها مع بعض
- All are phagocytic كلها فاعلة بلع

- Agranulocytes: lymphocytes, monocytes



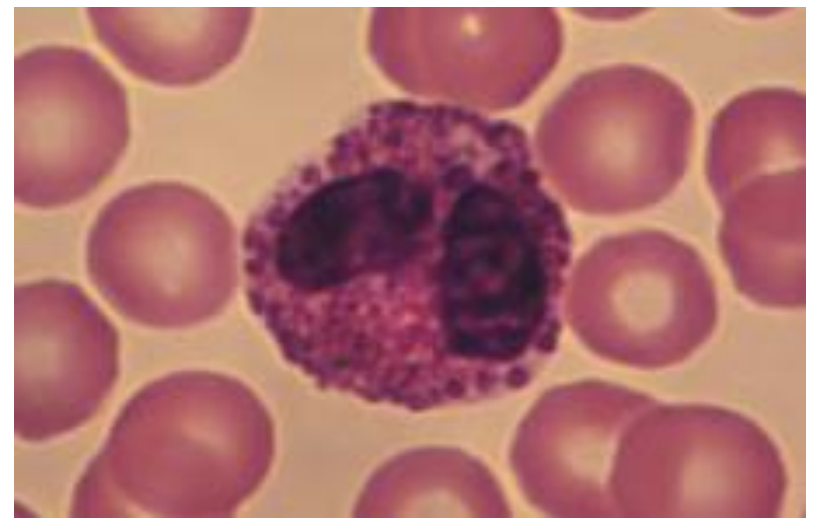
النسب الأرقام  
والهوس من مهرة

# 1. Neutrophils



- 60% of all WBCs الأكثر عددًا
- Other names: Polymorphonuclear cells (PMNs, polys, segs) متعددة الأشكال، نواة كإنه نواتها من متتلمة (نواة جزأه)
- Appearance: pink granules in cytoplasm, nucleus has 3-5 lobes الكبيبات فيها لونها وردي، نواتها فيها 3-5 ظهورها (أجزاء) متتلمة بصغر رفيع
- Function: **Phagocytosis of bacteria** الوظيفة بلع الكبير
  - Granules have enzymes
  - Can damage tissue if severe or prolonged
  - Form pus • الكبيبات داخلها إنزيمات لها فئمة قوية ومواد كيميائية خاصة لتدمير الميكروبات بعد بلعها
    - إذا كان الالتهاب شديداً أو مزمناً كثيراً، فتلحق الضرر بالخلايا، إنزيمات الخارج تدمر وتفسد الأنسجة، السمية المحيطة عندها هي بكتيريا أو لونه أبيض
    - لخلاصه تجمع من Neutrophils المحتية مع بقايا بكتيريا، وأنسجة مدمرة، مما هو المراد به إني يخرج من المكان الملتهب.

## 2. Eosinophils



إذا زاد عدد النسبة عن 4% فقد دليل حساسية  
أوكسري

• 1-4 % of leukocytes

نواتها بي جزئين

• Bilobed and contain eosinophilic granules which have digestive enzymes

حجم الحبيبات كبير بكونه لونها احمر او برتقالي كانه فيها ب  
دليله بالانزيمات انها تدمر المواد السامة ابي تفرزها الخلايا الخارج

• Role in ending allergic reactions and in fighting parasitic infections

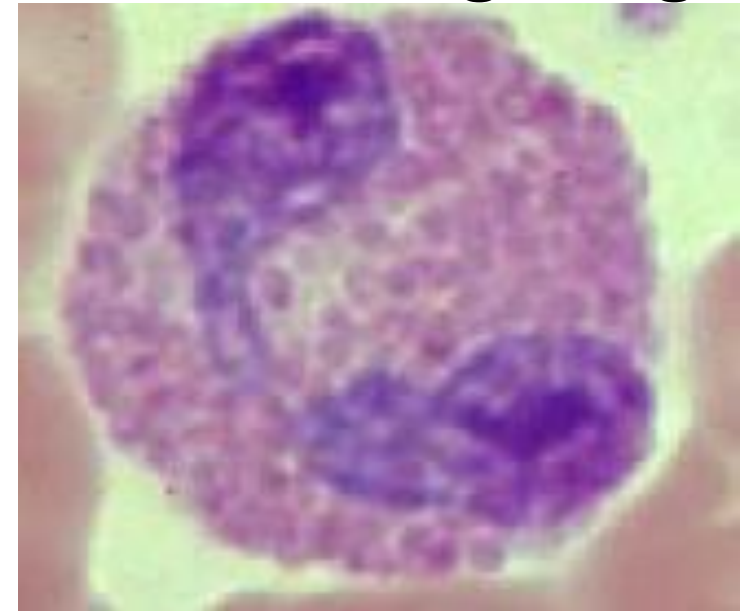
عندما مهمتين :

1] محاربة Parasite ( طفيليات ) زي ديوانه الكسرة ابي صابقت الخلايا بتتلصها

في يلتصق Eosinophils على سطح الطفيلي وتفرز محتوياتها القاتلة

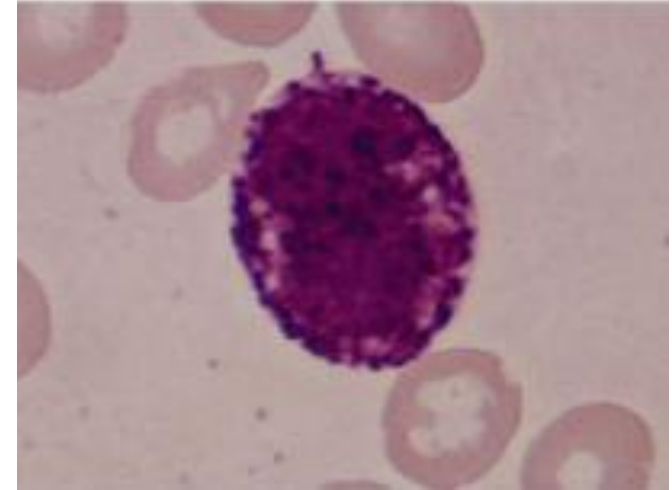
2] تنظيم وتخفيف الحساسية لأنها تفرز Histamine Enzyme ابي تحطم الهستامين

ابي تفرزه mast cells عنده ناعه على توقع نوبه الحساسية .



اللهم صل وسلم وبارك على محمد  
تري تفردتسها ني، لتحسن

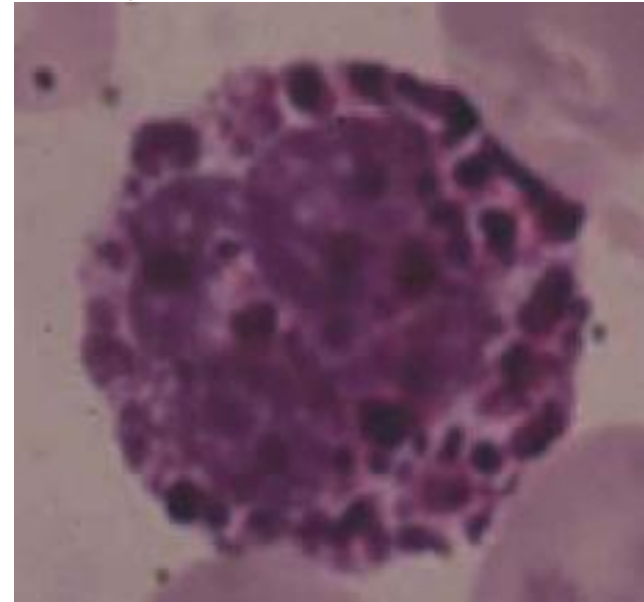
### 3. Basophils



النسبة منسبهم بين هوامع اخرها ! انه نسبة قليلة جد ( اندر وحدة )

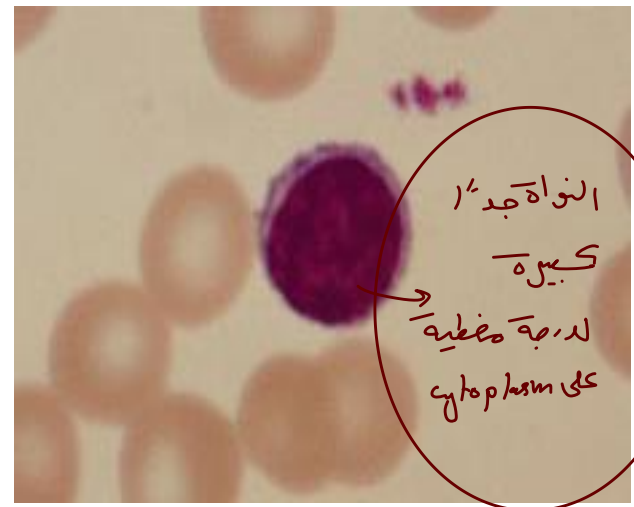
- Rarest WBC, <1% WBC
- **Bilobed nucleus** نواة تتألف من الأجزاء  
دعيب فتشونها كانه جم الحبيبات كبير كثير
- **Dark purple granules (basophilic granules)**
- Granules contain: **histamine and heparin**  
تحتوي على الحبيبات على :  
صادة مضادة للتجلط  
تجمع التجلط مكانه الالهائية  
عشانه توصل الخلال المناعية للمكانه
- **IgE receptors - Involved in allergy**

منها مستقبل ضامن لنوع من الأجسام المضادة اسمها IgE  
كما يلتصق IgE المرتبط بالحادة الحسية للمناعة بها  
المستقبلات (Basophils) فإنها تنفجر الحادة وتفرز صمما من فوراً



صابتها هجوب

# 4. Lymphocytes



كأنها الوصيدة القادرة على التعرف على Antigen وتعمل memory عندها

تأتي أكبر نسبة من WBC

- Most important WBC 20-45%
- Small (same size as RBCs)
- Mostly present in lymphoid connective tissue, e.g. lymph nodes, tonsils, spleen
- Nucleus occupies most of the cell volume (little visible cytoplasm) and no specific granules
- Two main types attack antigens in different ways

صتقره في الأنسجة الشفافة عكس الخلايا التي تتجول في الدم وهو جوده نثر

1. T cells ✓ → مهاجمة الخلايا المصابة أو غيرها سرطانية
2. B cells ✓ → تتحول إلى plasma وتنتج جسم مضاد

plus "natural killer cells" ✓

كـ خلايا فطرية تقتل الخلايا المصابة حوراً به وساد صبح تتعرض عليه من قبل

Bone marrow

# B cells

تنتج في عضو خاص اسمه في الطيور وفي Bone marrow في الالبسة

- Formed and mature in the bursa of Fabricius in birds and in bone marrow in mammals

كما يدعى مع B cell فإنه ينتج ويطلق في نوعين من الخلايا:

- Differentiate into plasma cells that secrete antibodies or become a memory cells that live longer

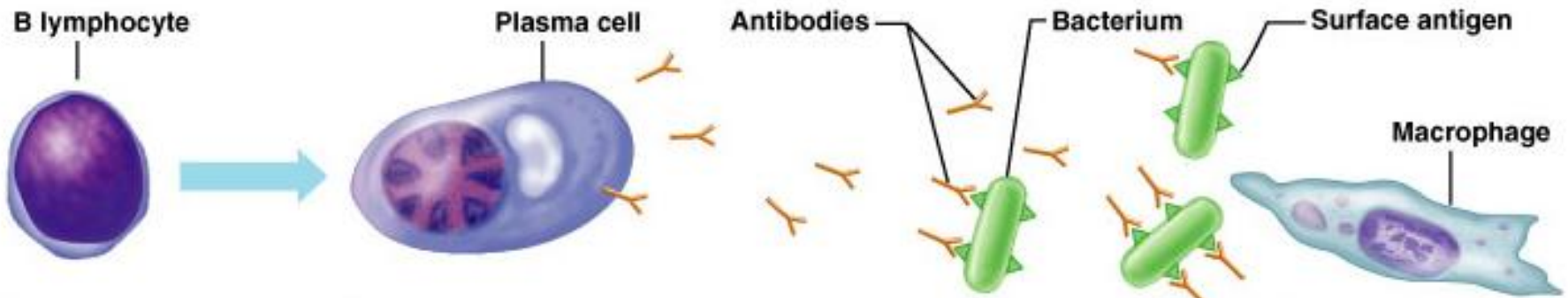
خلايا نشطة تقوم بإفراز الأجسام المضادة في الدم وسوائل الجسم

كما هي خلايا هامة تسمى كدة طويلة، تحفظ شكل الـ antigen عنانه كحايير جمع به فل

الاسم خلاص طابه ناذقة لسا تتعرف عليه ف تستجيب فوراً

- B cells also display antibodies on their surface

هناي الخلايا عندها على سطحها مستقبلات عنانه يرتبطون بها antigen وتبدا بالانقسام والتكاثر.



- Antibodies flag cells for destruction by macrophages

# Thymus T cells

تنشأ في النخاع البني تنضج في Thymus

- T lymphocyte mature in thymus

MHC هاي برهون عند ماستسبلات على سطحها بين صابترتبا مع مولكولتي بي B-cell بل بانه يتم تقديم مولكولتيه ايسها بوالحقة فلا يلا اخرى على بروتيه

- T cells antigen binding molecule called T cell receptor

- T cells are subdivided into 3 main groups:

Helper T cells, Cytotoxic T cells, and regulatory

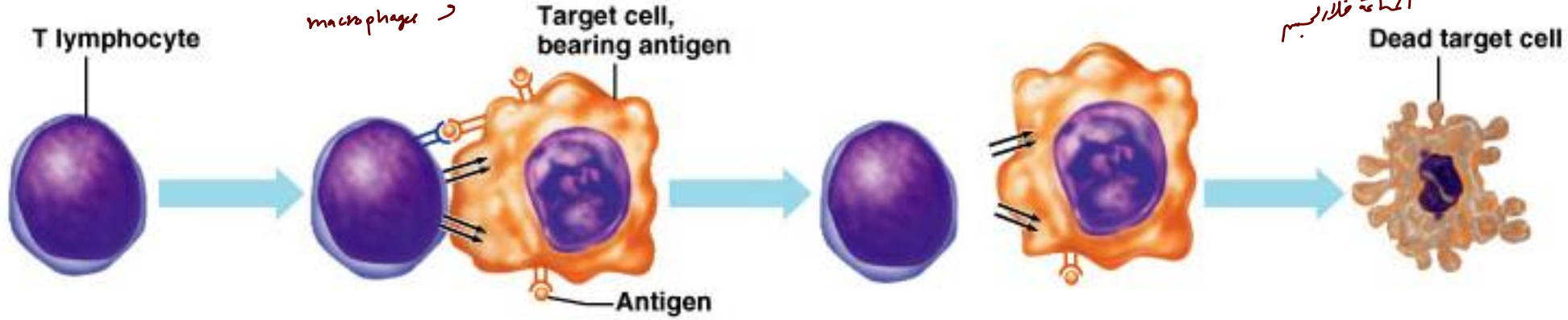
توقيف الاستجابات المناعية بعد

العقنا على الميكروب عناه صايبها جم صهارز المناعة فلا يلبس

تقتل الميكروب كما يهايل تفز مواد تحزن باله B

تأذي

macrophage



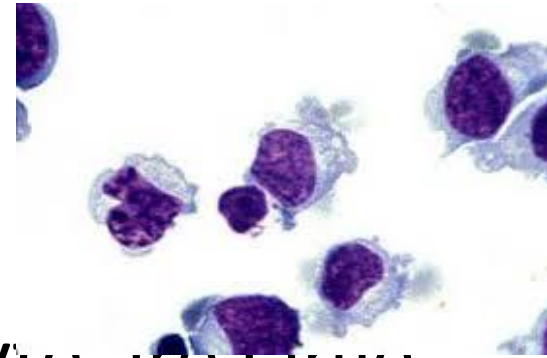
① T lymphocyte ...

② ... binds to target cell, secretes proteins that lyse the cell's membrane, and signals the cell to die.

③ T lymphocyte detaches and ...

④ ... target cell dies by apoptosis.

# 5. Natural Killer Cells (NK)



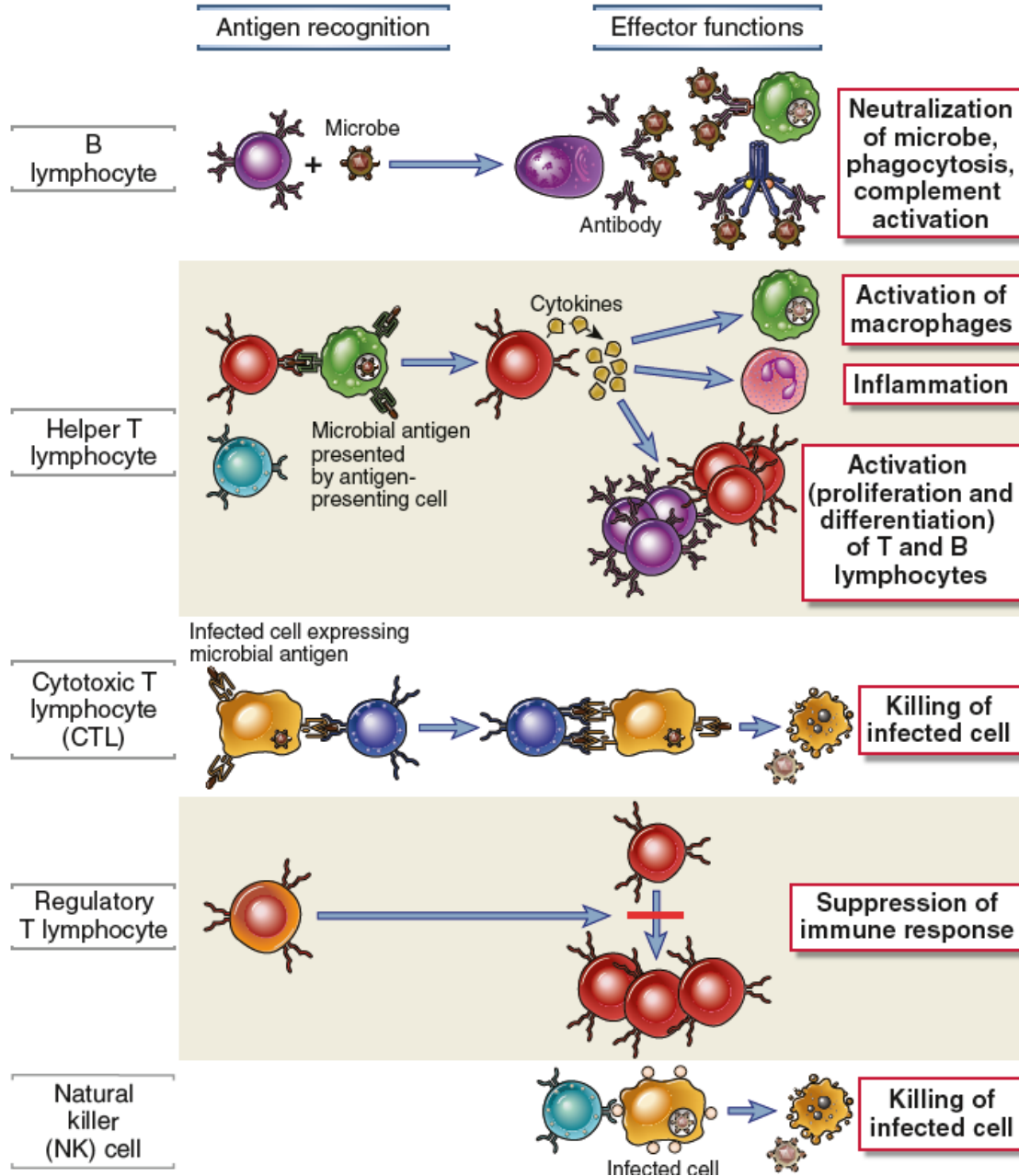
- Constitute 5-10% of human lymphocyte are large and granular cells *كبيره حجمي زي خلايا T+B وهي بـinnate* *من تخلفنا الا ناسم بالفرد*
- Display cytotoxic activity against tumor cells and cells infected with viruses *مناعة عن طريق* *وما عندها مستقبلات خاصة للantibody*
- These cells don not have specific receptors for antigens on their surface and considered part of innate immunity
- NK cells have receptors for antibodies and can destroy targeted cells through a process known as **antibody-dependent cells mediated toxicity** [ADCC]

*في قدرة ترتيبها مع المناعة المكتسبة اذ لها بـantibody receptor بـغاية هدفه بتسبي الـADCC*

*دكرتها في وقتها لتدمير الخلايا وهاي العملية اسمها ADCC*

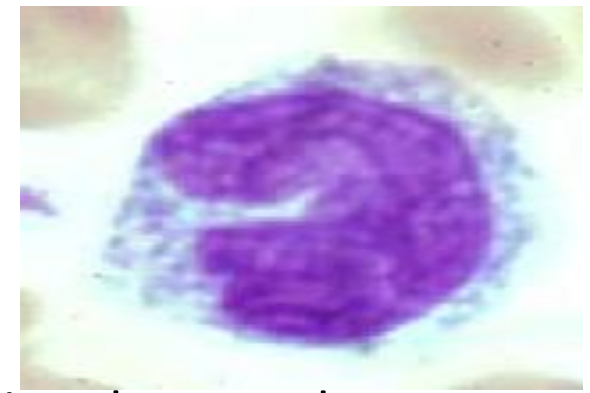
# Classes of Lymphocytes

مراجعة



الحمد لله رب العالمين

# 6. Monocytes/ Macrophages



## Monocyte

- 3-8% WBC  
*بعد ما تكون في الدم 3-8 اعمار تنو بالهفو وتهاجر لك نسبة وهناك تتحول الي macrophages*
- Monocytes circulate in blood for about 8 hours then it enlarge and migrate into tissues and differentiate into specific tissue macrophage
- Recruited to sites of inflammation  
*يكون الطلب عليه في مكان الالتهاب*

## Macrophages

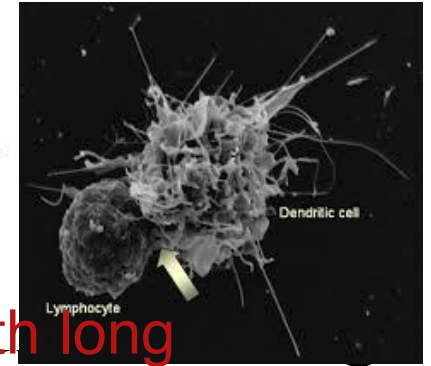
- Macrophage play role in phagocytosis, bacterial killing, and antigen presentation  
*بعد ما تباع الحبوب بقرها جزء منه على سطحها عشان تعرفها T cells عليه*
- Some macrophages move through the body and remain as free <sup>①</sup> macrophage and some reside in particular tissue and become fixed <sup>②</sup> macrophage like:
  - Peritoneal cavity: peritoneal macrophages
  - Lung: alveolar macrophages
  - Spleen: splenic macrophages
  - Liver: Kupffer cells
  - Intestinal macrophage
  - Microglial cells in brain
  - Histocytes in connective tissue

*انواع Macrophage ص: الحرة: ①  
بكون مستقرة في اعضاء محددة وتكتب اسماءها مكانها: ②*

خللا عجرية (الرابولين المناعة، الفعالية المكتسبة)

## 7. Dandritic Cells

اسمها صليح عساه النذاند العجرية هو يلا على سطحها (فلا عصبية)



- Acquired its name because **use it is covered with long** membrane extensions that resemble the dandrites of nerve cells
- Dandritic cells have 4 main classes: صب مكانه تواجدها و منشأها
  - Langerhans DCs طبقات الجلد
  - Interstitial DCs في الفراغات بين الخلايا وعظم الأضواء
  - Monocyte-derived DCs
  - Plasmacytoid-derived DCs خلايا متخصصة في إنتاج انترفيرون كحاربة الفيروسات
- DCs main functions are **monitoring**<sup>①</sup> of body pathogen invasion and **presentations**<sup>②</sup> of antigens for T cells

# Stages of Lymphocyte Activation

دورة حياة الخلية اللمفاوية

الخلايا الخاضعة

## Naïve lymphocytes

هي الخلايا التي لم يبتليها جديده ضا لتخاط أو lymph ، ناضجة بين ما الوقت مع antigen وقت قبل

– Mature lymphocytes that have not previously encountered antigen; function -- antigen recognition

– Preferential migration to peripheral lymphoid organs (lymph nodes), the sites where antigens are concentrated and immune responses start

دظيفتها تتعرف على المستضين  
تقتل بها جراثيم الالتهاب  
المناعة وبت الحيووية  
كثرتها هناك تتركز  
مخزنها وتبدأ الاستجابة

## Effector lymphocytes

② خلايا عامة: مجرد وقتها الخلية الخاضعة وتتحول الى عامة وقادرة على القضاء على ما يتكرب

– Activated lymphocytes capable of performing the functions required to eliminate microbes (effector functions)

عن طريقه! زائر cytotoxic وقتل الخلايا المصابة بها شرة

– Effector T lymphocytes: cytokine secretion (helper cells), killing of infected cells (CTLs)

– B lymphocytes: antibody-secreting cells (e.g. plasma cells)

و كما هاد النوعي اذ فرار من وقتها مثل Plasma cell

## Memory lymphocytes

دبجها هي الحركة والقضاء على الميكروب، يتعمل مجموعة خلايا اسمها خلايا ذاكرة فتيق فترة طويلة جدا، وهي ما يتقل بين بتراتب كما يربح ميكروب عشية تستصين بسرعة هاي هي استجابة لانوية

– Long-lived, functionally silent cells; mount rapid responses to antigen challenge (secondary responses)

# Function of Immune Cells

مراجعة

- Lymphocytes of the adaptive immune system
  1. T helper cells: regulate other immune cells
  2. T cytotoxic (killer) cells: kill infected cells
  3. B cells: produce antibodies (immunoglobulin)
- Dendritic cells and macrophage: directly kill microbes by phagocytosis and other mechanisms. They also help to activate T cells (connection between innate and adaptive immunity)
- Dendritic cells and other Antigen presenting cells (APCs) also play role in capturing microbes and then process and display antigens
- NK cells are lymphocytes: Recognizes and kill abnormal cells like tumour cells, and virus infected cells

سبحان الله

الحمد لله

لا إله إلا الله

الله أكبر

# Lymphocyte Circulation

- Lymphocytes constantly circulates between tissues in such a way that
  1. naïve lymphocytes traverse the peripheral lymphoid organs where immune response are initiated
  2. the effectors lymphocytes migrates to sites of infections to eliminates microbes
- Lymph: Fluids from all epithelia, connective tissues and paranchymal organs is drained by lymphatic's

# Lymphocyte Circulation

## Lymphocyte Circulation:

1. Lymphocytes & lymph return to blood via thoracic duct
2. Naïve lymphocytes enter lymph nodes from blood

Naïve lymphocytes: Have not seen Ag  
blood → Lymph nodes → lymphatics → thoracic duct → blood

**Small T & B lymphocytes:** Recirculating population of lymphocytes

**Effector cells:** Recognize (“seen”) Ag; Differentiate in lymph nodes

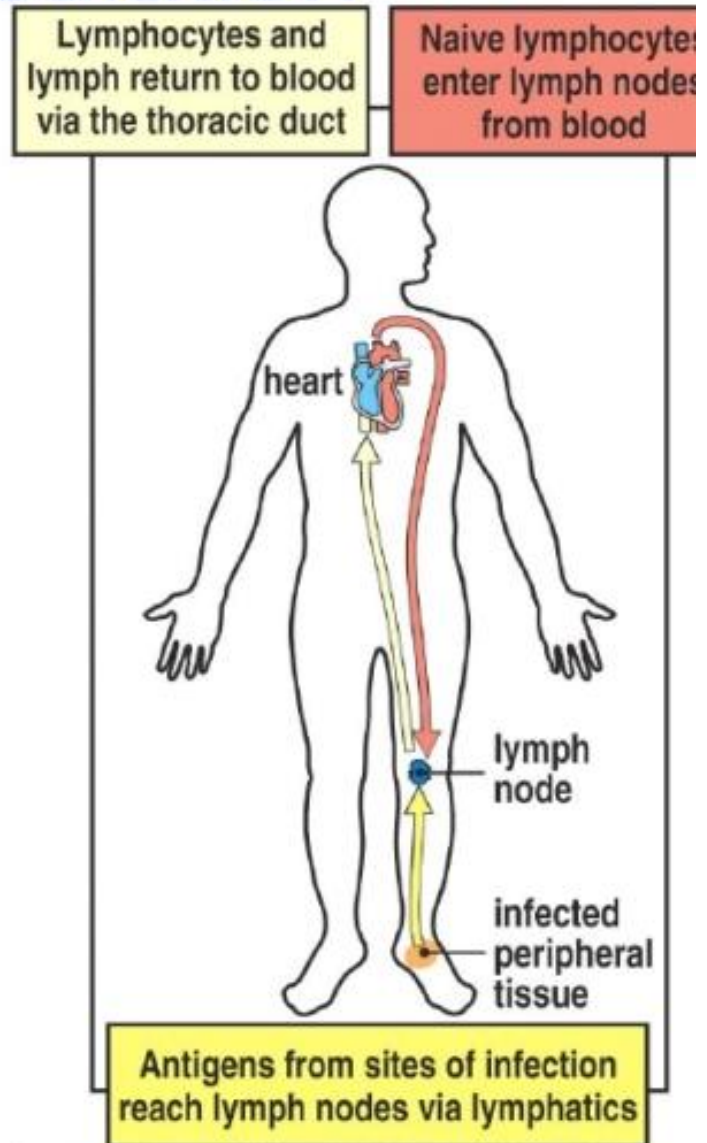


Figure 1-11 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

# The CD Nomenclature

بني خلايا T + B + NK متشابهة جداً (نواة كبيرة وسيتوبلازم قليل) ف هو دهنية ↑

- Structurally defined leukocyte surface molecule that is expressed on cells of a particular lineage and recognized by a group ("cluster") of specific antibodies is called a member of a cluster of differentiation (CD)
- Used to classify leukocytes into functionally distinct subpopulations, e.g. helper T cells are CD4+, Cytotoxic T cells are CD8+, and Regulatory T cells are CD4+ and CD25+
- Often involved in leukocyte functions
- Antibodies against various CD molecules are used to:
  - Identify and isolate leukocyte subpopulations
  - Study functions of leukocytes
  - Eliminate particular cell populations

نرمز لـ Helper T  $CD4+$  دهنية

بني حتى مجرد علامات للتعرف بل كجانه تشارع في وظائف الالتصاق، نقل الإشارات ...

تطبيقات عملية

التعرف على الخلايا وفصلها في المختبر

دراسة كيفية عمل كل نوع من الخلايا بشكل مستقل

التخلص من أنواع معينة

استخدام الأجسام المضادة - ضد CD مهم في 3 حالات:

اللهم ارحم والدينا واغفر لهم والمسلمين أجمعين