

**Тема: *Історія розвитку імунології. Загальні поняття і термінологія в імунології. Будова і функції імунної системи ссавців.***

- 1. Загальні поняття та термінологія в імунології.**
- 2. Класифікація засобів імунної реактивності.**
- 3. Класифікація імунітету за походженням.**
- 4. Будова імунної системи.**

# ***Рекомендована література***

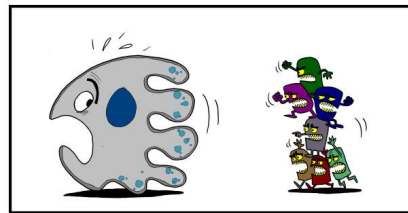
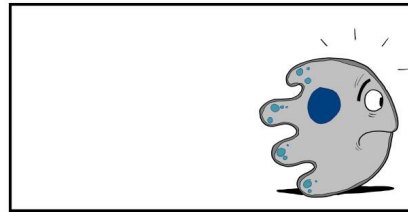
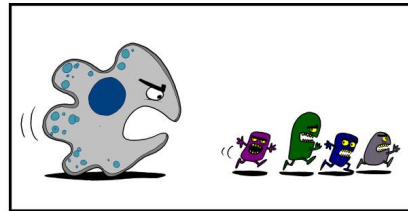
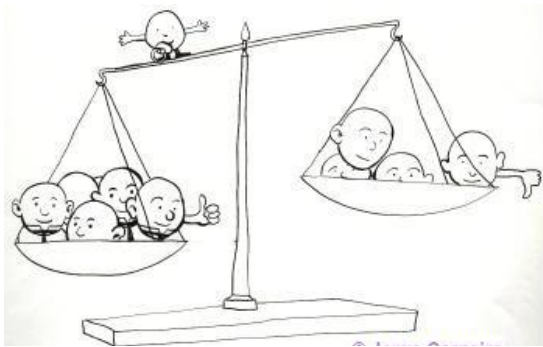
**Вершигора А.Ю. та ін. *“ІМУНОЛОГІЯ”***

**Jeneway C.A., Travers P., Walport M.,  
Shlomchik M. *“Immunology: the immune  
system in health & disease: Fifth edition”***

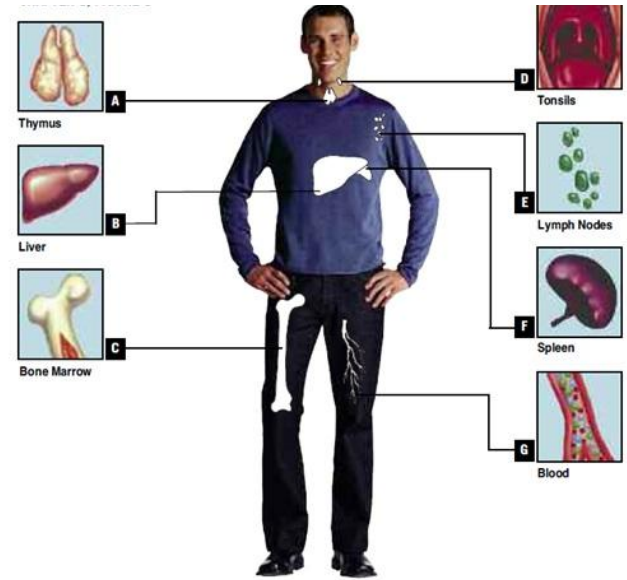
**Ройт А, Бростофф Дж., Мейл Д.  
*“ИММУНОЛОГИЯ”***

**Дранник Г.Н.  
*“КЛИНИЧЕСКАЯ ИММУНОЛОГИЯ И  
АЛЛЕРГОЛОГИЯ”***

# ІМУНОЛОГІЯ – галузь біомедичної науки, котра досліджує всі аспекти функціонування імунної системи



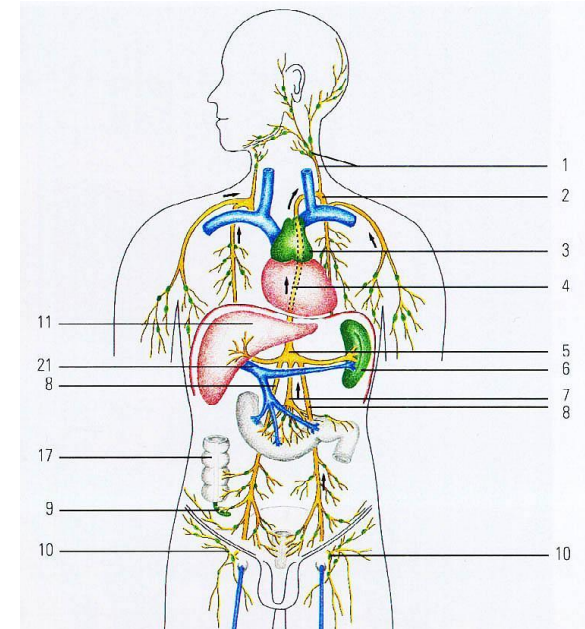
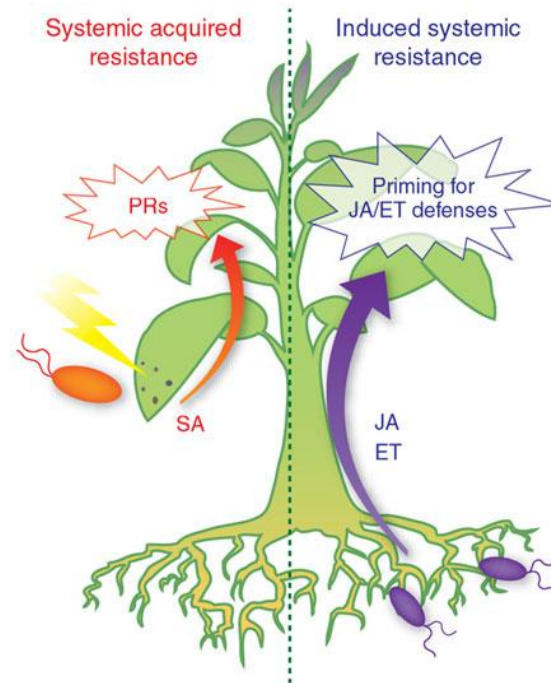
pathogen cooperation



# Імунний захист – прерогатива багатоклітинних організмів

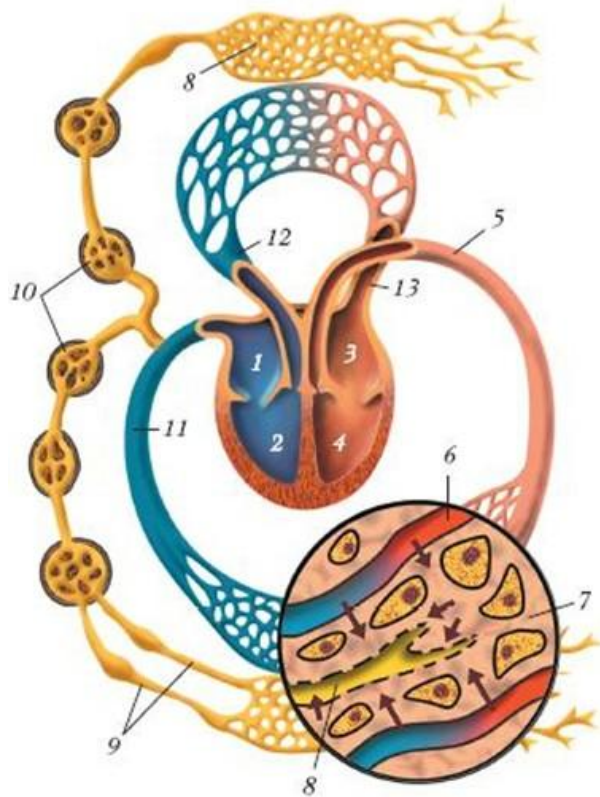


VS



# Загальні поняття в імунології

**Імунна система** – фізіологічна система, призначена для контролю гомеостазу (постійності) внутрішнього середовища організму.

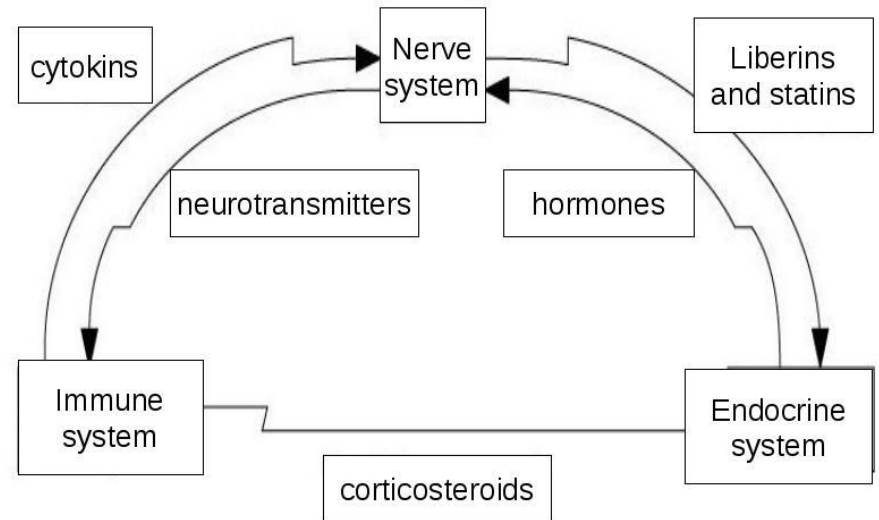


**Внутрішнє середовище організму** – сукупність його рідин (крові, тканинної рідини і лімфи), яка забезпечує обмін речовин між тканинами організму і оточуючим середовищем, а також підтримку гомеостазу.

# Функції імунної системи

• контроль гомеостазу внутрішнього середовища організму (антиінфекційний та протипухлинний нагляд, контроль тканинного гомеостазу);

• регуляторна функція у комплексі з нервовою та ендокринною системами.



***Імунна реакція*** – реакція імунної системи у відповідь на появу ***чужорідної субстанції*** (екзогенної або ендогенної) і зв'язування її з ***антигенрозпізнавальними структурами*** (рецепторами клітин імунної системи або антитілами), котра реалізується з використанням ***чинників (факторів) імунного захисту***.

***Чинник (фактор) імунного захисту*** – рушійна сила імунної реакції, яка визначає її характер або одну з основних рис.



***Імунна реактивність*** – здатність організму відповідати імунною реакцією на антиген.

***Загальна імунна реактивність***—це потенційна здатність організму відповідати імунною реакцією на будь-який антигенний подразник.

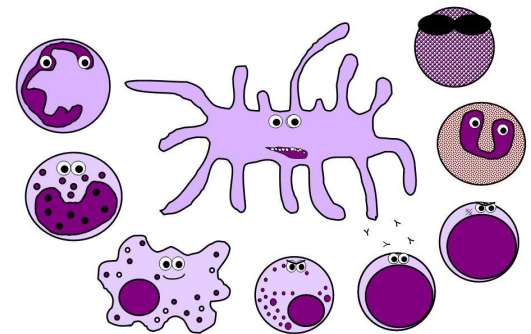
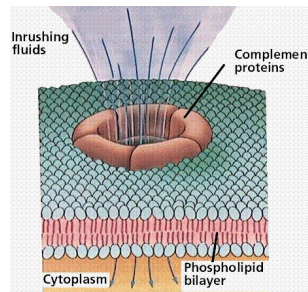
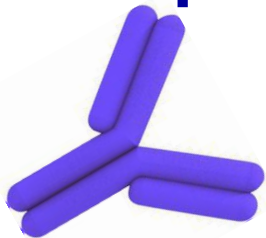
***Специфічна імунна реактивність***—це здатність організму відповідати на антиген виробленням антитіл або комплексом клітинних реакцій, специфічних по відношенню до цього антигену. **Види:** специфічна імунна відповідь, алергія, автоімунні процеси, імунопроліферативні процеси.

***Імунітет (імунна резистентність)*** – стійкість організму до інфекцій або хвороб, зумовлена імунною реактивністю.



# Чинники (фактори) імунного

**захисту** – **анатомічні** (непроникність бар'єрів, миготлива активність війчастого епітелію тощо), **біохімічні** (кислотність шлункового соку, кисла реакція шкіри тощо), **гуморальні** (антибактеріальні ферменти і пептиди, система інтерферонів, комплемент, антитіла тощо) **та клітинні** (мієлоїдні, лімфоїдні клітини, епітеліоцити, тромбоцити тощо) **компоненти імунної системи та інших фізіологічних систем, залучені у підтримку імунної реактивності організму і формування імунної резистентності.**



# **Класифікація чинників імунного захисту за станом дієздатності і рівнем специфічності**

**Конститутивні (вроджені, неспецифічні)** – ті, що знаходяться в дієздатному стані, незалежно від наявності чужорідної субстанції (*непроникність покривів, лізоцим, кисла реакція шлунку, комплемент, гідролітичні ферменти, інтерферон, система фагоцитів, запальна реакція тощо*).

**Індуктивні (набуті, специфічні)** – ті, що активуються (набувають дієздатності) лише за умови появи чужорідної субстанції (*антитіла, цитотоксичні Т-лімфоцити, інтерлейкіни тощо*).

# ***Класифікація чинників імунного захисту за природою***

***Клітинні*** – макрофаги, нейтрофіли, дендритні клітини, моноцити, еозинофіли, мастоцити, базофіли, природні кілери, Т- і В-лімфоцити, *епітеліоцити, адипоцити.*

***Гуморальні (розчинні)*** – цитокіни, ейкозаноїди (простагландини і лейкотрієни), дефензини, колектини, інгібітори протеаз, антитіла тощо.

# КЛАСИФІКАЦІЯ ІМУНІТЕТУ ЗА ПОХОДЖЕННЯМ

**ВРОДЖЕНИЙ,  
ПРИРОДНИЙ**  
(видовий,  
неспецифічний)

**НАБУТИЙ, АДАПТИВНИЙ**  
(індивідуальний)

**ПРИРОДНИЙ**

**ШТУЧНИЙ**

**АКТИВНИЙ**  
(постінфекційний)

**АКТИВНИЙ**  
(створюється  
введенням вакцин)

**ПАСИВНИЙ**  
(плацентарний)

**ПАСИВНИЙ**  
(створюється введенням  
антисироваток)

ВРОДЖЕНИЙ

VS

НАБУТИЙ

(АДАПТИВНИЙ)

ІМУНІТЕТ

***Вроджений (природний) імунітет*** – стійкість організму до хвороб, зумовлена генетично детермінованими чинниками, котрі формуються в ембріогенезі і мають видові особливості.

- не залежить від попереднього контакту з інфекційними агентами;
- характеризується расовою та індивідуальною варіабельністю.

- Расові відмінності вродженої імунної резистентності: різні раси в межах одного виду можуть мати різну чутливість до інфекцій.



Наприклад, населення деяких африканських країн має стійкість до тропічної малярії.

Індивідуальні відмінності: кожний індивід в межах раси має генетично детерміновані особливості вродженого імунітету.



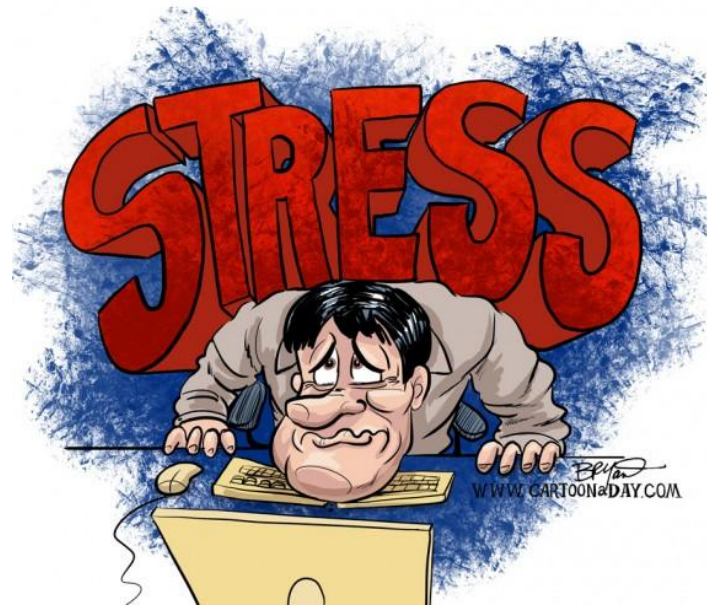
# *Чинники, що впливають на вроджений імунітет індивіду:*

- **вік** (імунна реактивність прогресивно знижується у другій половині життя, імунна система новонародженого не сформована повністю, у похилому віці відбувається деградація імунної системи і розвиток фізичних порушень).



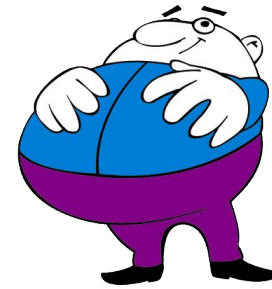
# Чинники, що впливають на вроджений імунітет індивіду:

- **нейроендокринні впливи** (імунна реактивність знижується у препубертатному періоді, в умовах підвищеного рівня кортикостероїдів, під впливом хронічного стресу тощо.



# Чинники, що впливають на вроджений імунітет індивіду:

- **раціон і режим харчування** (в умовах голодування знижується клітинна і гуморальна імунна реактивність).



VS



Однак,

- ✓ деякі інфекції не маніфестують в умовах голодування (тропічна малярія)
- ✓ деякі віруси не розмножуються в тканинах в умовах голодування.

***Адаптивний (набутий) імунітет*** –  
стійкість організму до хвороб, зумовлена  
антигенною стимуляцією.

- залежить від попереднього контакту з інфекційними агентами або іншими чинниками активації імунної реакції;
- характеризується індивідуальною варіабельністю.

Набутий (адаптивний)

АКТИВНИЙ

VS

ПАСИВНИЙ

ІМУНІТЕТ

# ***Активний імунітет***

- Опосередковується клітинними і гуморальними чинниками імунної реактивності.
- Потребує антигенного стимулу.
- **Супроводжується залученням імунної системи хазяїна.**
- Стійкість до захворювання забезпечується послідовно.
- Формується імунна пам'ять.
- Має високу ефективність.

# Активний імунітет

- **природний** – стійкість, сформована в результаті перенесеної маніфестуючої або латентної інфекції;
- **штучний** – стійкість, індукована вакцинами (препаратами живих або вбитих мікроорганізмів та їх продуктів).





***Пасивний імунітет*** – стійкість,  
перенесена реципієнту шляхом введення  
донорських чинників імунної реактивності.

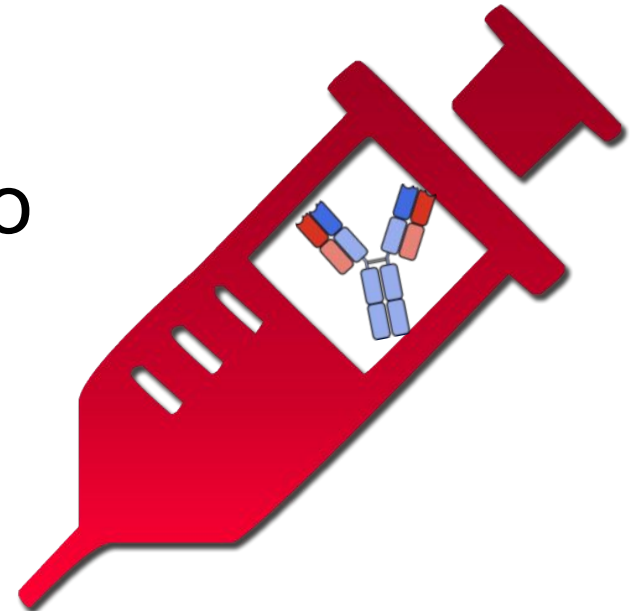
- Опосередковується антитілами.
- Не потребує антигенного стимулу.
- **Не супроводжується залученням імунної системи хазяїна.**
- Стійкість до захворювання забезпечується негайно, але має транзиторний характер.
- Не формується імунна пам'ять.
- Має помірну ефективність.

# Пасивний імунітет

- природний – стійкість, пасивно перенесена від матері до дитини шляхом трансплацентарного транспорту материнських антитіл;

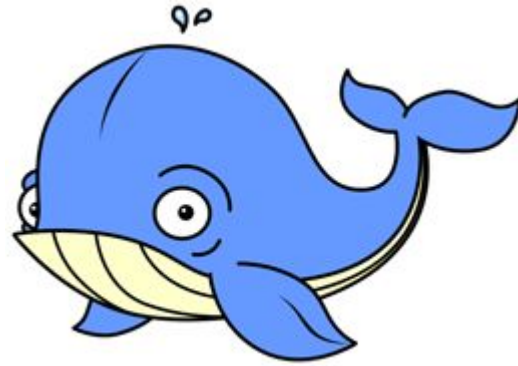


- штучний – стійкість, пасивно перенесена шляхом застосування донорських імуноглобулінів.

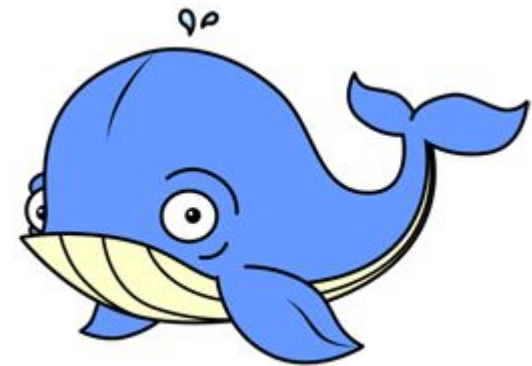
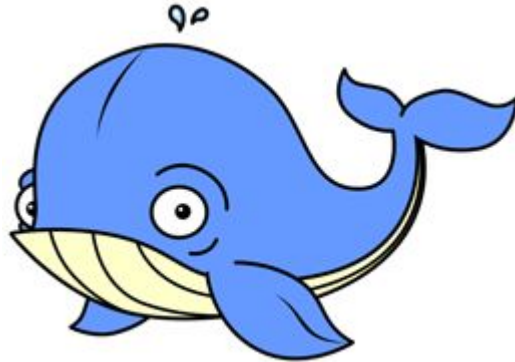


# Імунна система

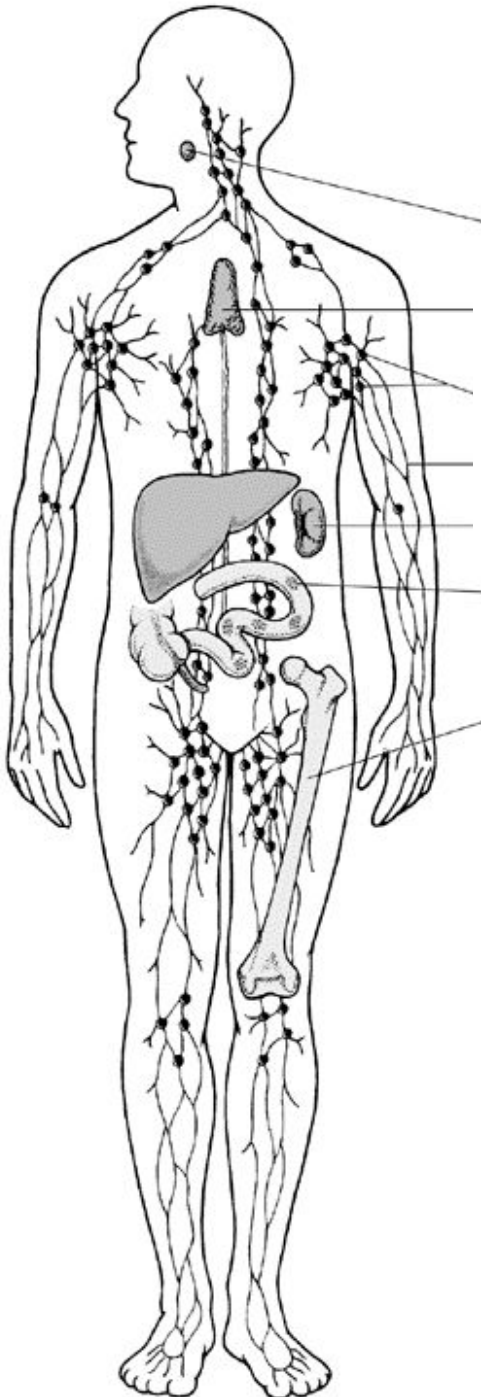
**Органи:**  
первинні  
вторинні і  
третинні



**Клітини:**  
мієлоїдні  
лімфоїдні та  
клітини  
деяких інших  
тканин



**Розчинні  
медіатори**



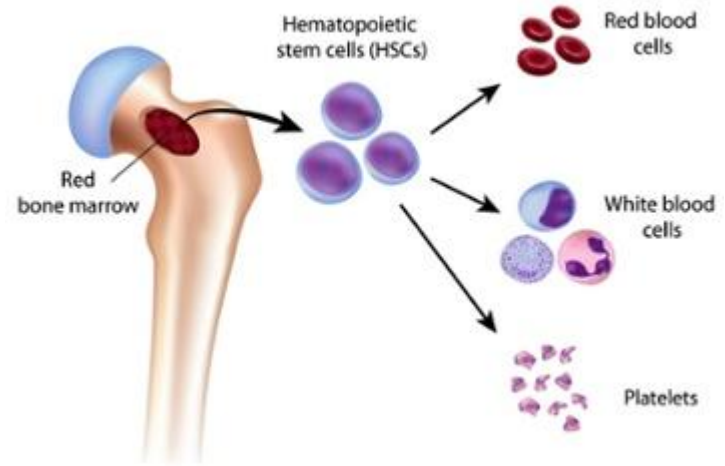
- мигдалики**
- тимус (вилочкова залоза)**
- лімфатичні вузли**
- лімфатичні судини**
- селезінка**
- Пейєрові бляшки**
- кістковий мозок**

# Загальна схема будови імунної системи людини

# Кістковий мозок – первинний орган імунної системи

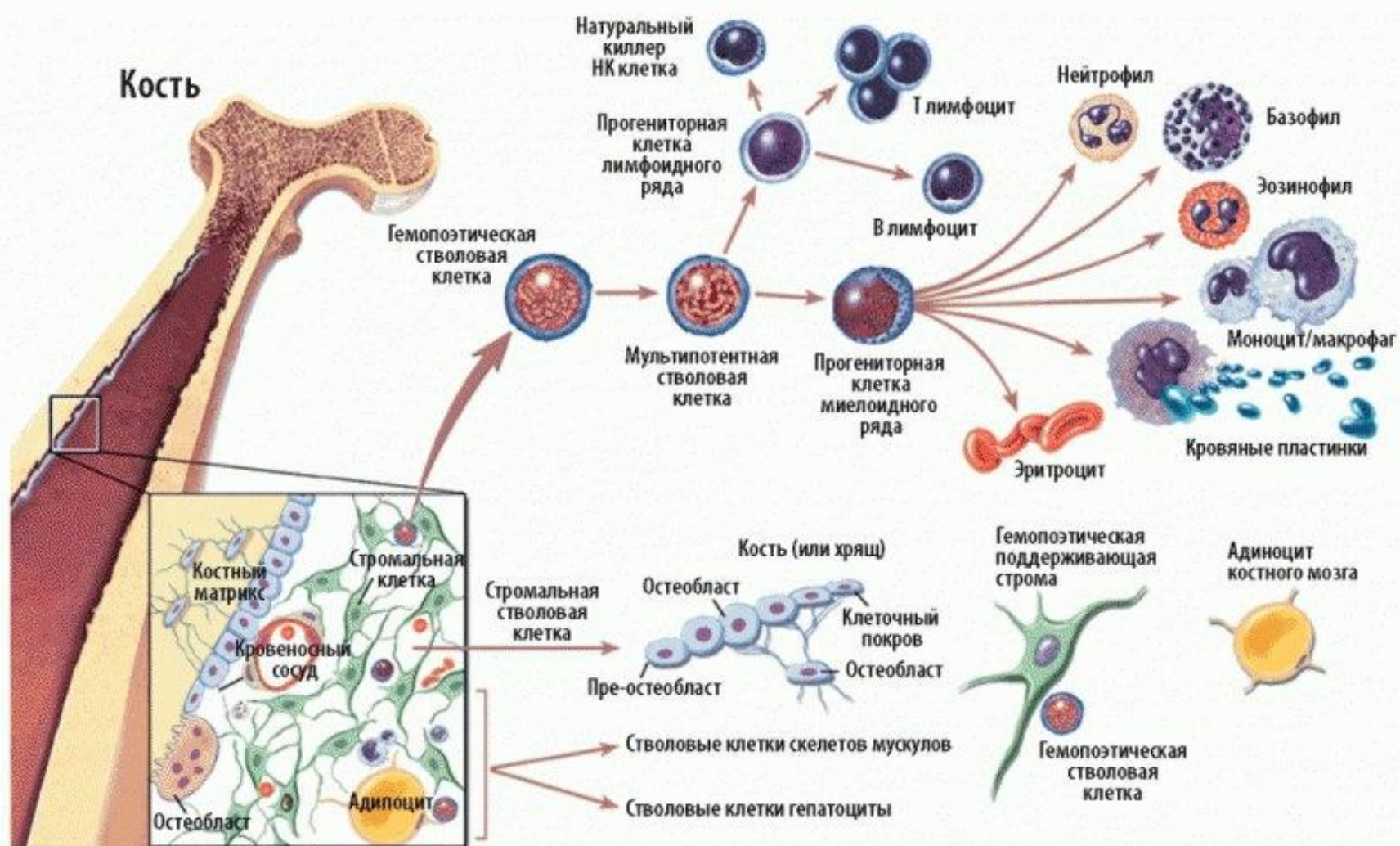
судинна сітка

кістковий мозок



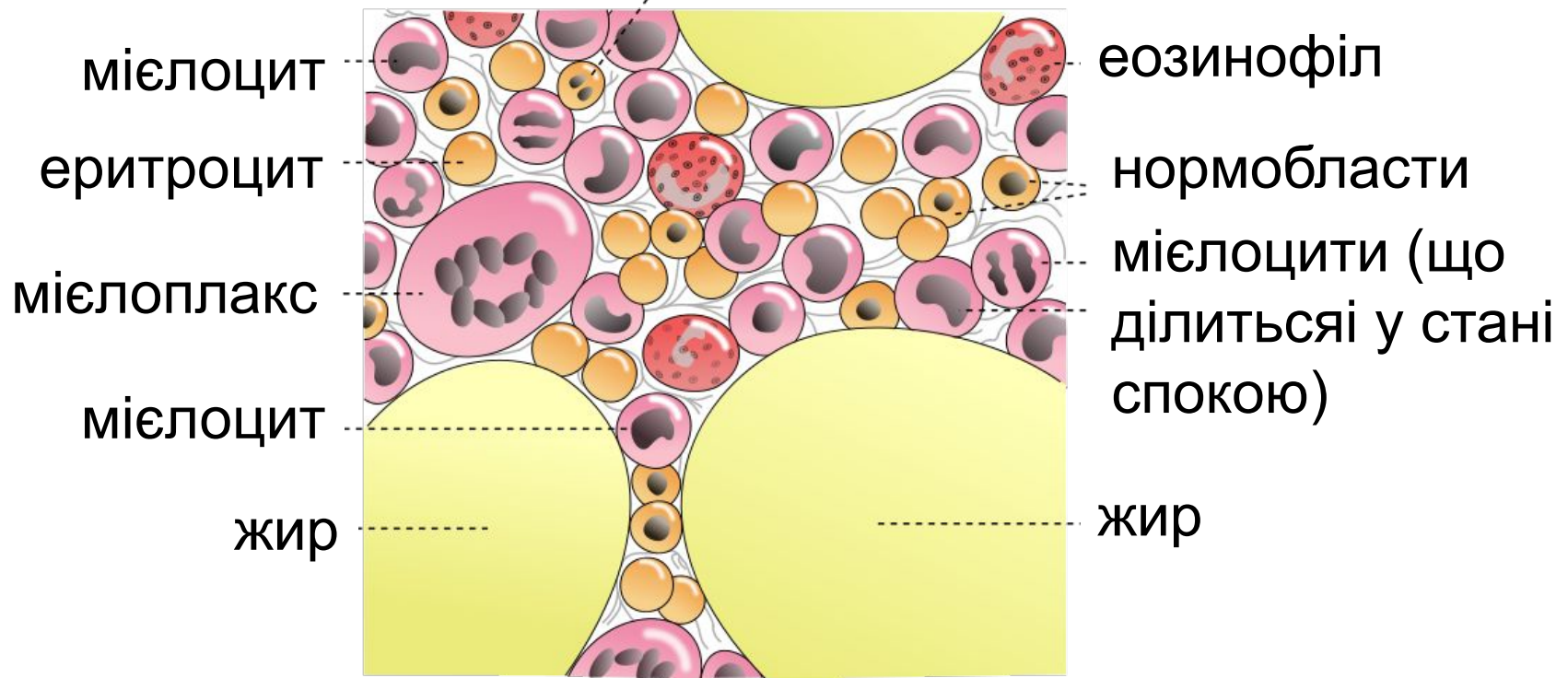
Кістковий мозок містить два типи клітин: паренхімні і стромальні. До складу паренхіми входять гематопоетичні стовбурові клітини, які започатковують процеси імунопоезу.





**Мезенхімні стромальні клітини кісткового мозку – плюрипотентні стовбурові клітини, здатні диференціювати на остеобласти, хондроцити, міоцити, адипоцити тощо.**

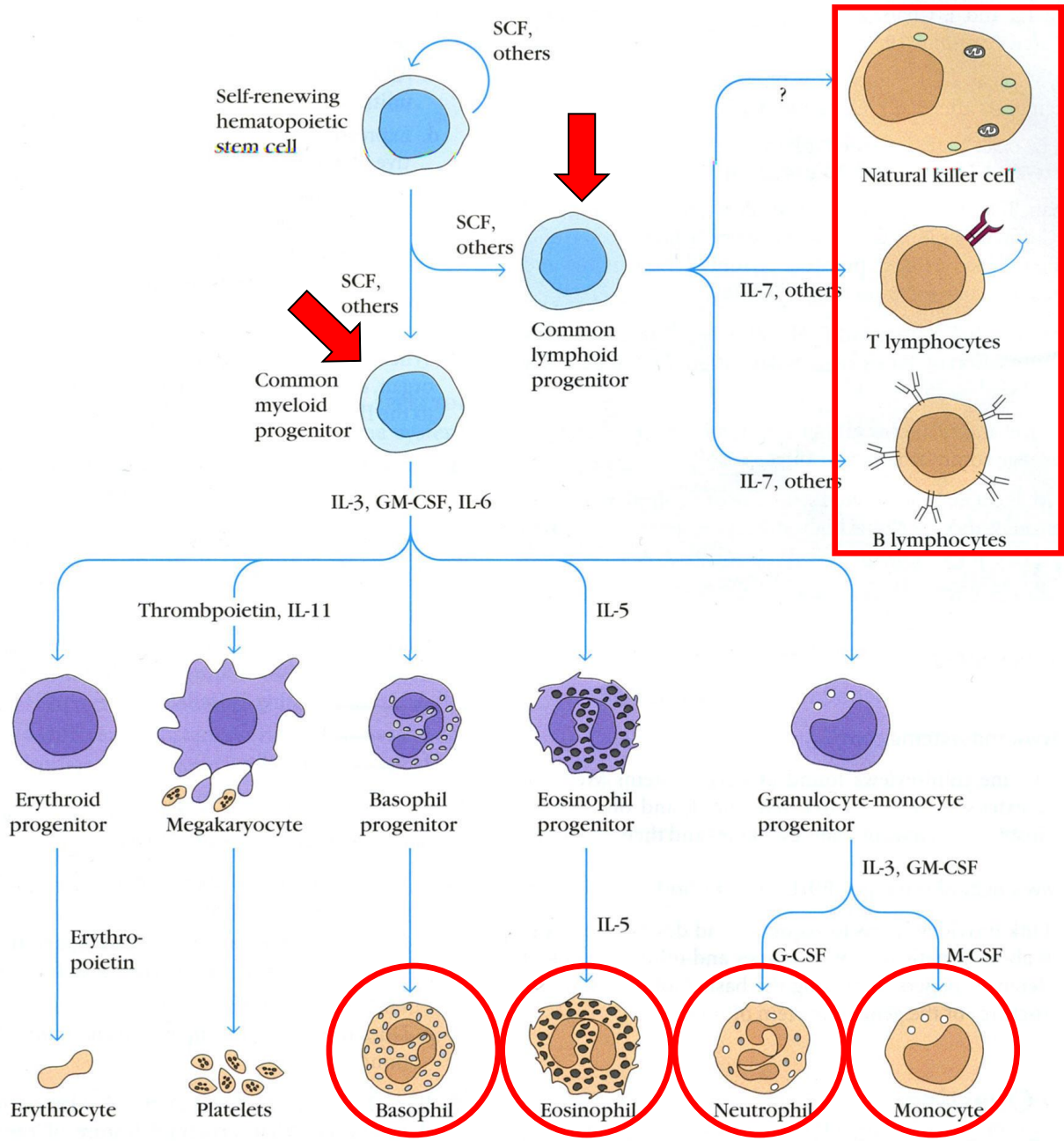
нормобласти з ядром, що ділиться



**Гематопоетичні стовбурові клітини** – попередники клітин імунної системи (мієлоїдних і лімфоїдних).

**Стромальні клітини** забезпечують процеси гематопоезу, продукуючи колонієстимулювальні фактори. До складу стромы входять фібробласти, макрофаги, остеоцити, остеобласти, ендотеліальні клітини та **мезенхімні стовбурові клітини**.





# Загальна схема мієло- та лімфопоезу

# Загальна схема імунопоезу

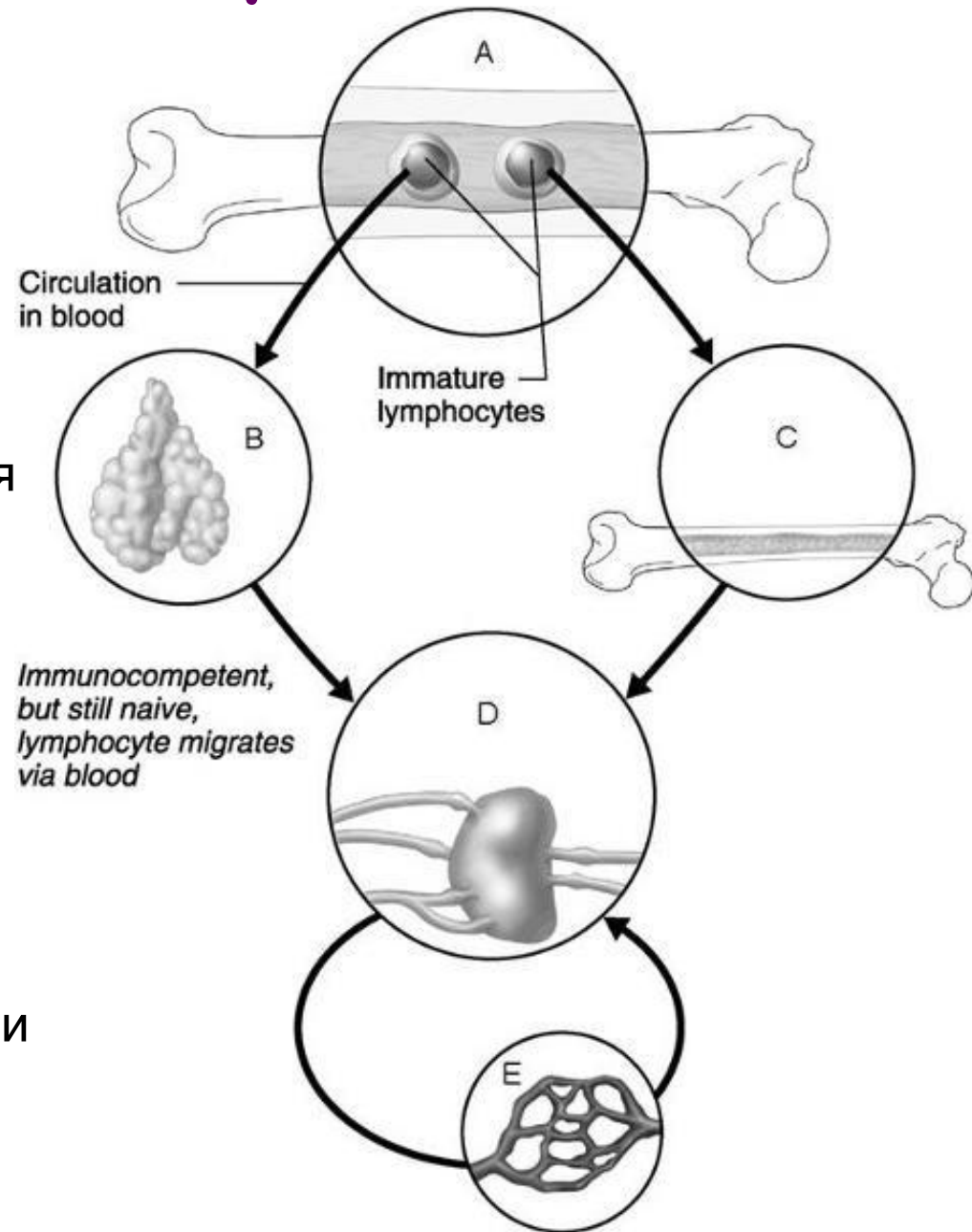
**A** – у кістковому мозку в результаті процесів мієло- і лімфопоезу утворюються незрілі Т- і В-лімфоцити;

**B** – Т-лімфоцити для набуття імункомпетентності (здатності розпізнавати специфічні ліганди) мігрують до тимусу, де відбувається процес їх диференціювання;

**C** - В-лімфоцити диференціюють у кістковому мозку;

**D** – диференційовані але наївні Т- і В-клітини мігрують з кров'ю до вторинних лімфоїдних утворів, де відбувається їх взаємодія з антигеном;

**E** – активовані антигеном лімфоцити рециркулюють між лімфоїдними утворами, кров'ю і лімфою.



# Тимус - первинний (центральный) орган імунної системи

## Функції :

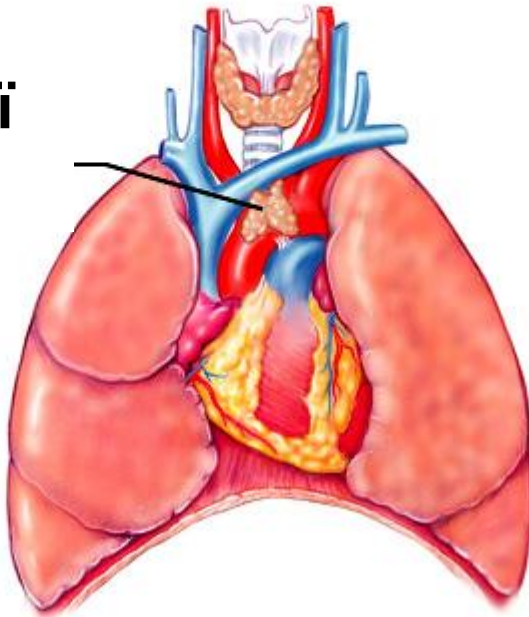
- проліферація Т-лімфоцитів;
- диференціювання Т-лімфоцитів;
- відбір придатних для даного організму Т-лімфоцитів.

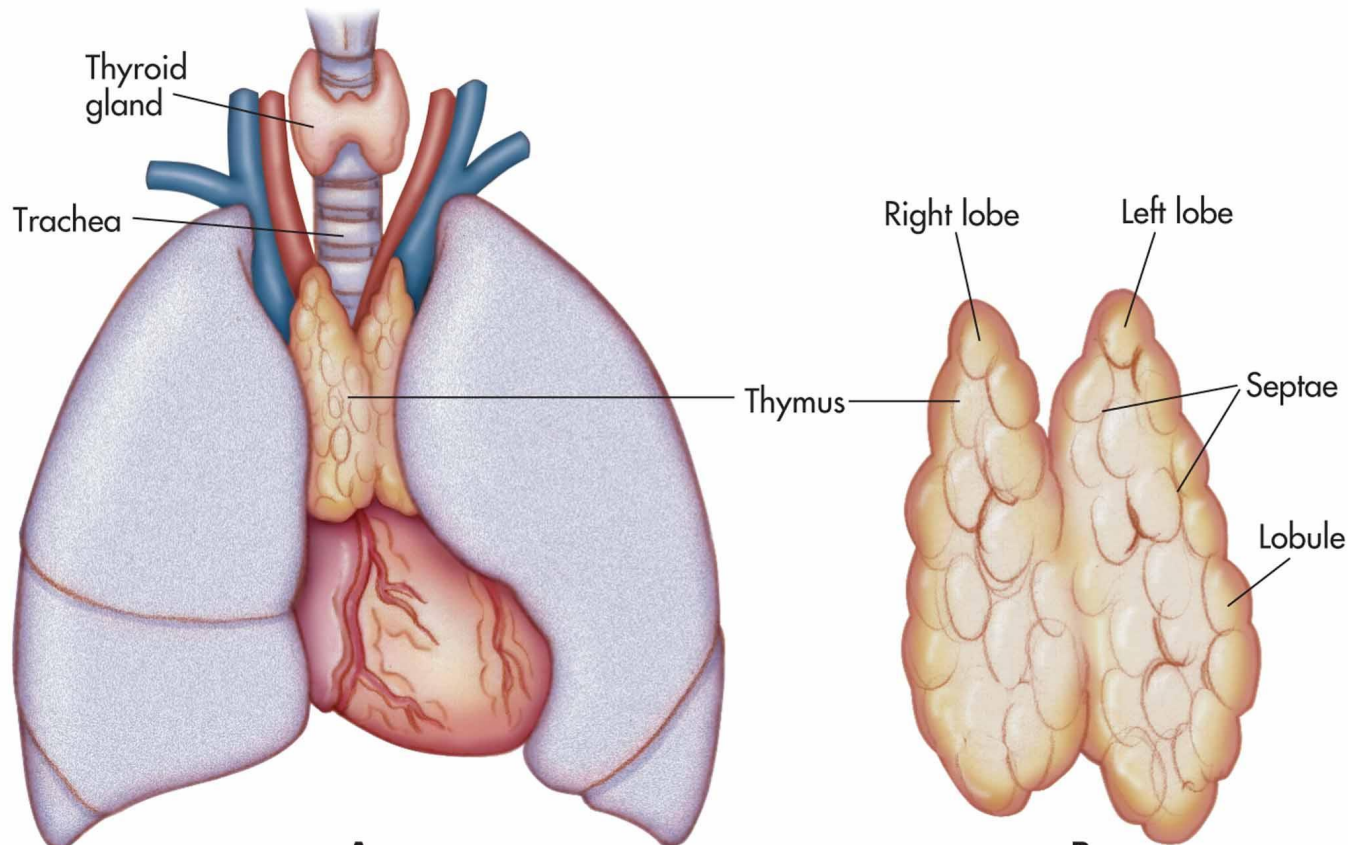
Максимальним розмір тимусу (по відношенню до маси тіла) є наприкінці внутрішньоутробного розвитку і у перший рік життя. Після настання статевої зрілості тимус починає поступово інволювати.



тимус  
зародка

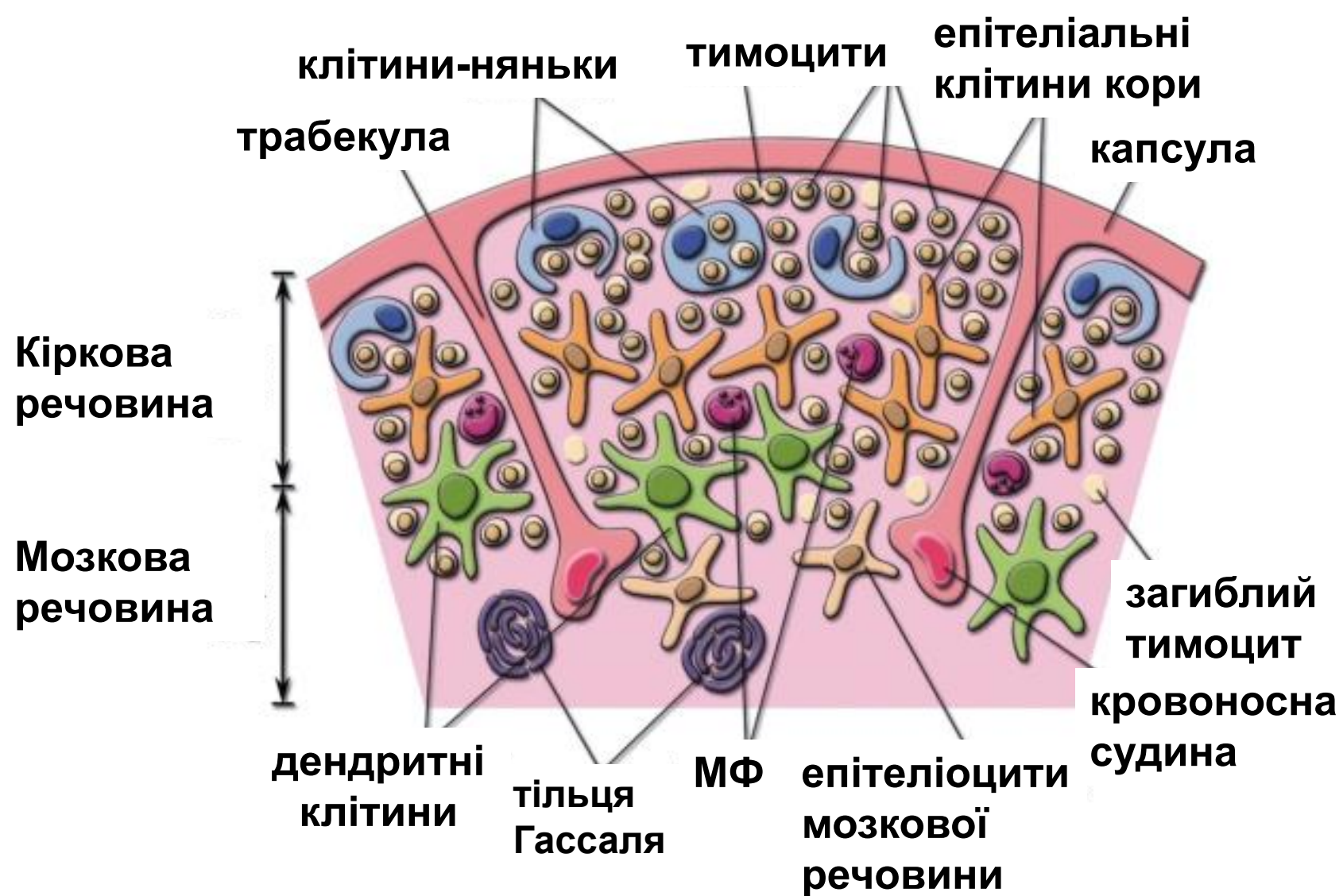
тимус  
дорослої  
людини



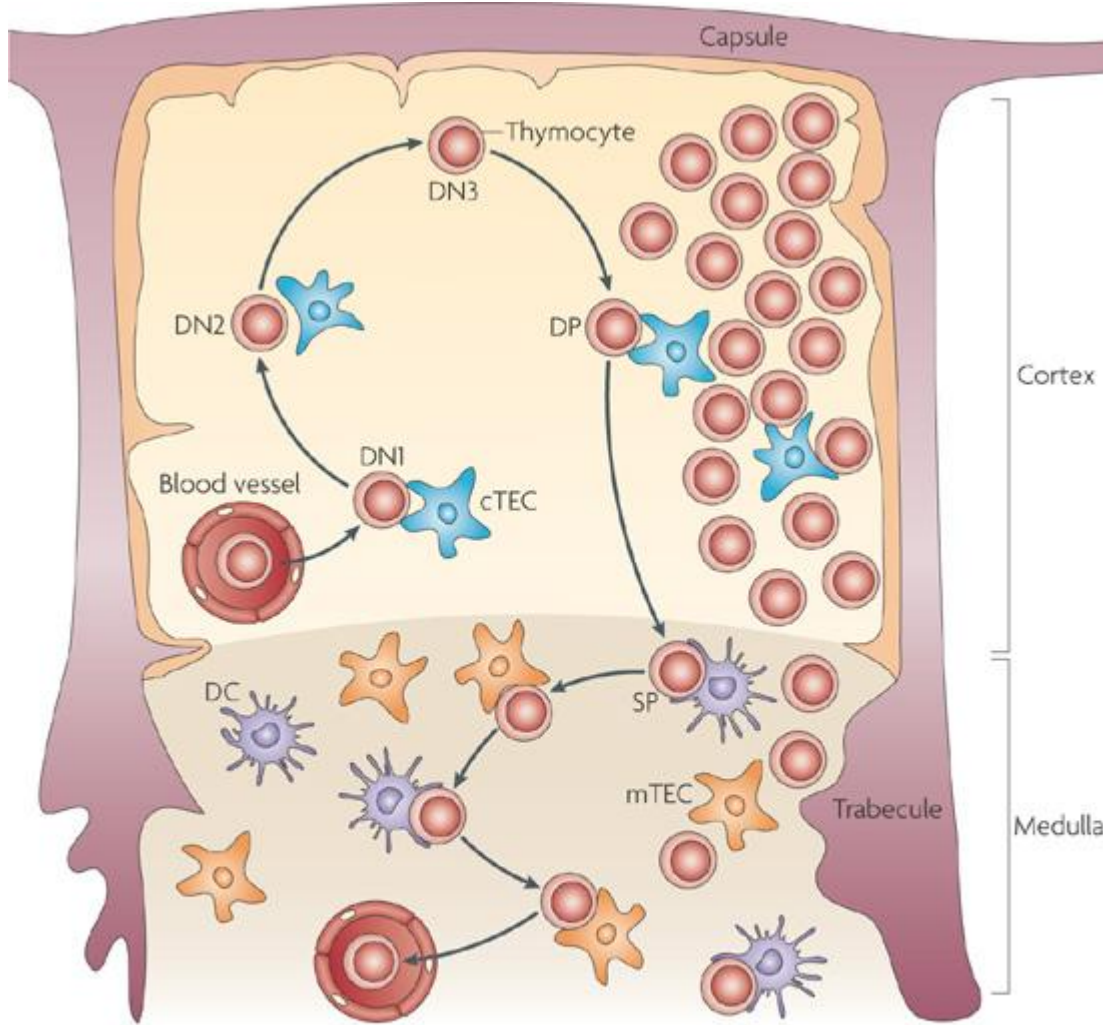


**Тимус складається з двох доль, кожна з яких оточена щільною сполучнотривинною оболонкою. Септи (трабекули) оболонки ділять кожну з доль на велику кількість малих дольок.**



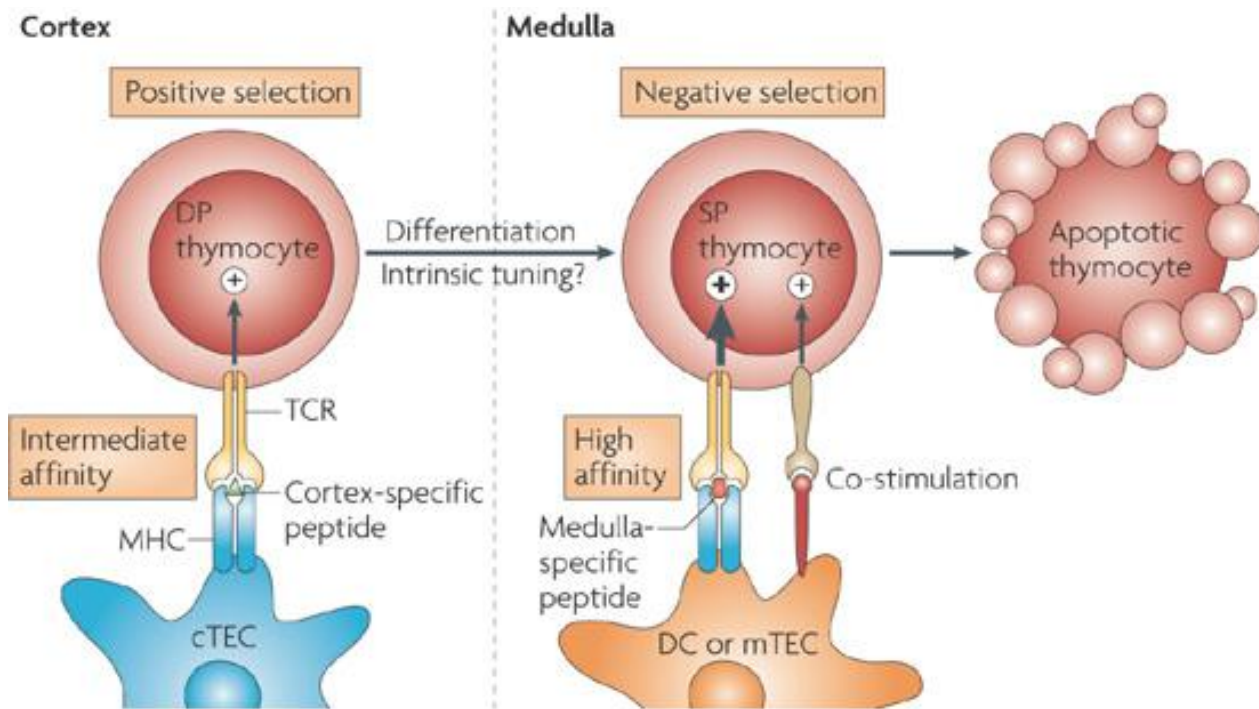


**До складу дольок входить кілька основних типів клітин: тимоцити (тимічні лімфоцити), ретикуло-епітеліальні клітини, макрофаги, дендритні клітини і тільця Гассаля.**



Циркулюючі незрілі Т-клітини потрапляють у тимус на межі кіркової і мозкової ділянок. У процесі їх взаємодії з кортикальними епітеліоцитами відбувається процес позитивної селекції. Після цього Т-клітини потрапляють у медулярну ділянку, де у процесі взаємодії з медулярними дендритними клітинами і медулярними епітеліоцитами відбувається їх негативна селекція.

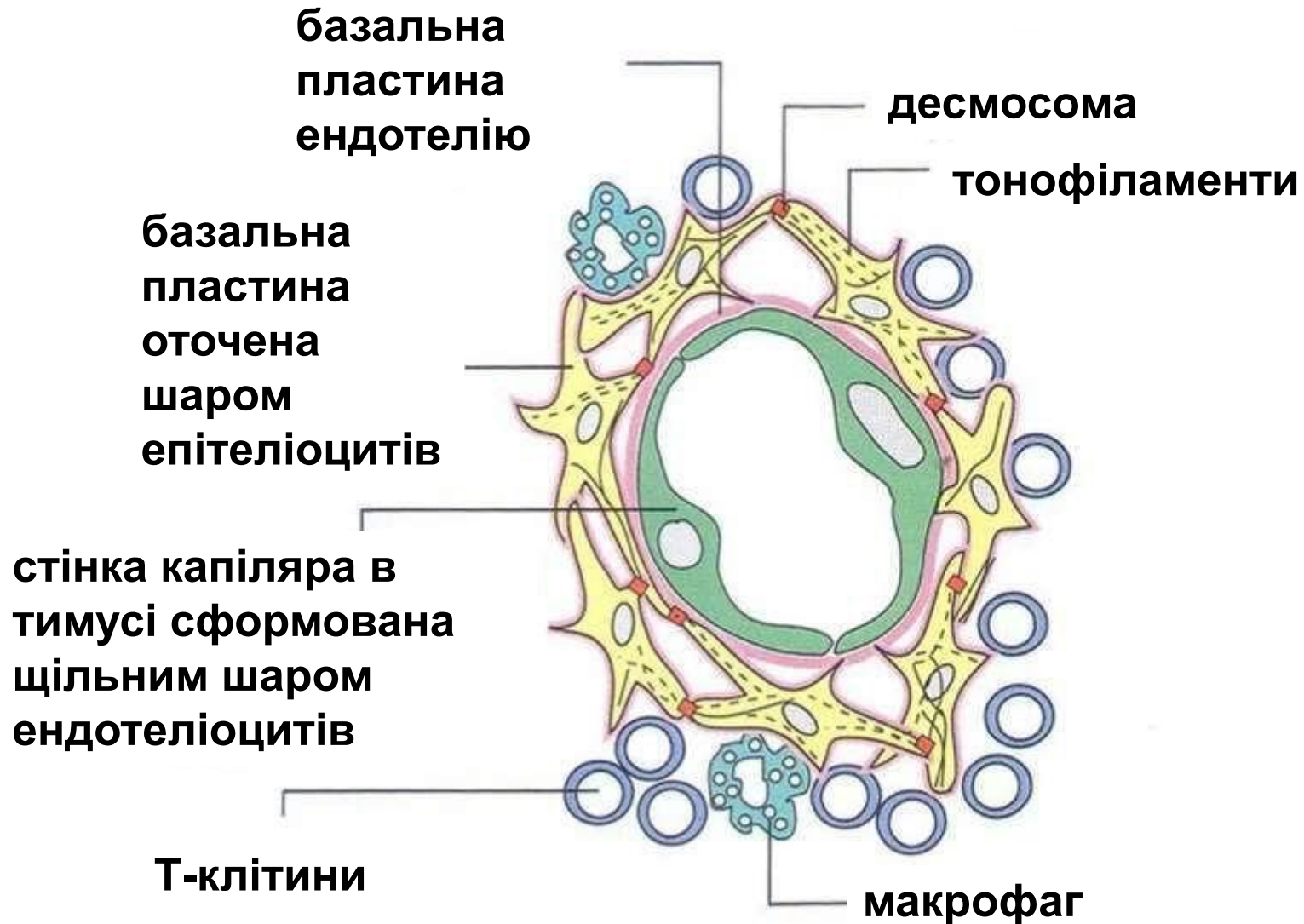
## Загальна схема селекції Т-лімфоцитів у тимусі



**Метою позитивної селекції тимоцитів є відбір клітин, які взаємодіють з молекулами головного комплексу гістосумісності II класу на поверхні ретикуло-епітеліальних клітин з достатнім ступенем спорідненості.**

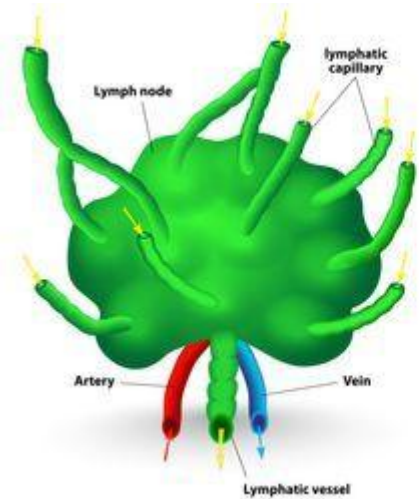
**Метою негативної селекції є відбір тимоцитів, які пройшли процес позитивної селекції і рецептор яких не розпізнає власні пептиди.**

# Процес дозрівання Т-лімфоцитів захищений гемато-тимічним бар'єром

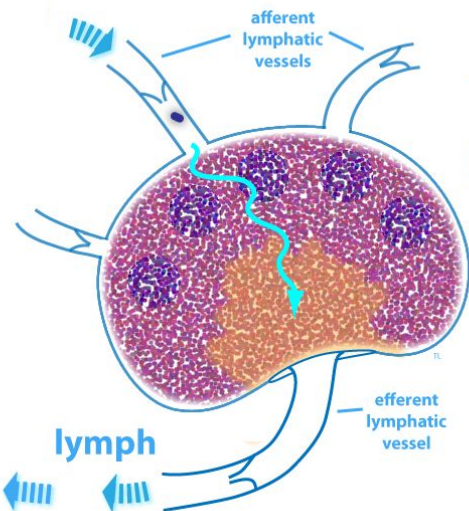




# Лімфовузли – вторинні (периферичні) органи імунної системи

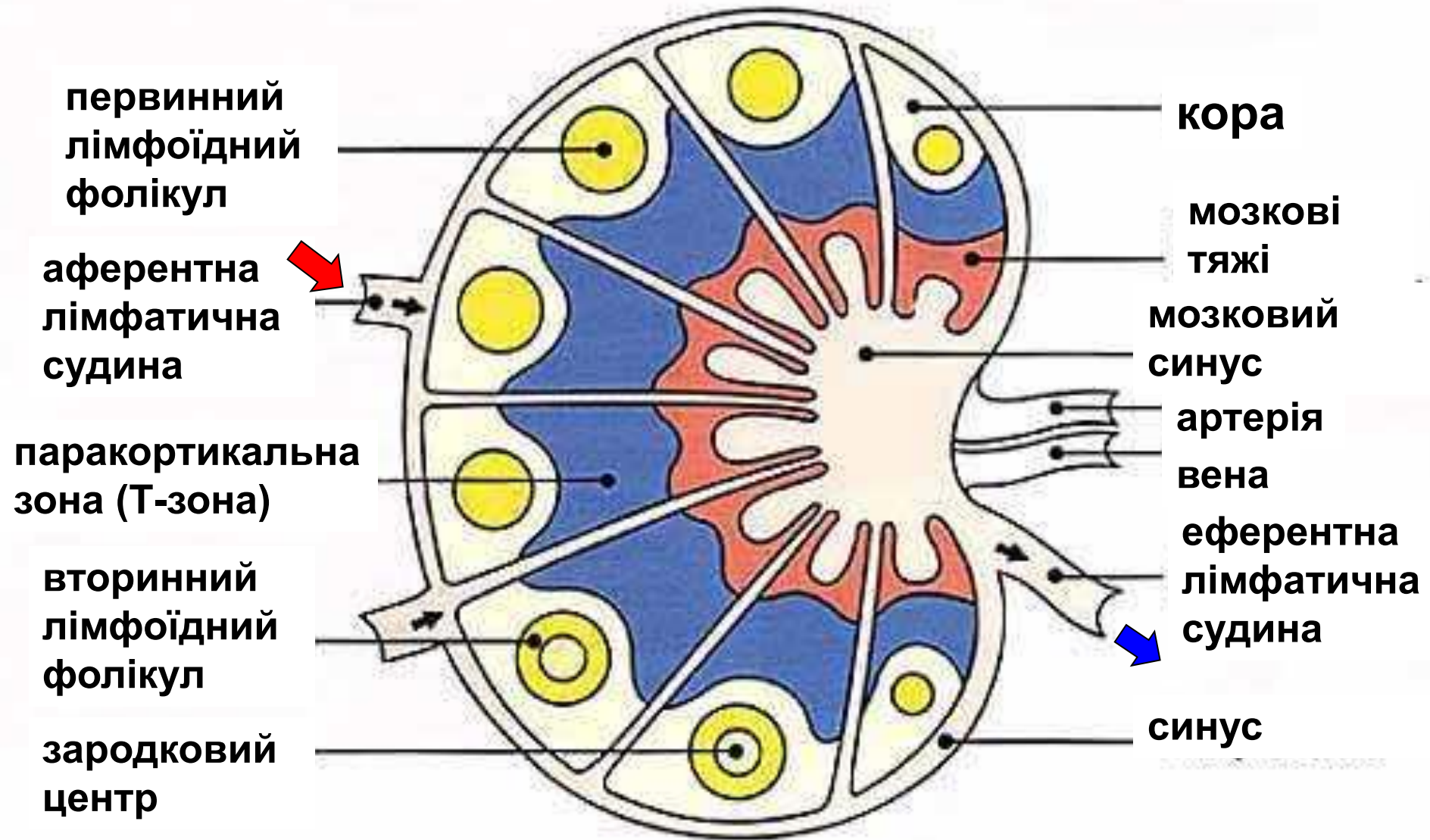


В імунній системі дорослої людини близько 600 лімфовузлів, котрі дренують лімфатичні судини. Лімфовузли розташовуються групами (по 8-10 вузлів) вздовж лімфатичних судин, а також великих кровоносних судин.



Основна функція лімфовузлів – створити перепону на шляху поширення в організмі чужорідних субстанцій (інфекційних чинників, злоякісно трансформованих клітин)

# Будова лімфовузла



# Будова лімфовузла

аферентні лімфатичні судини

клапан лімфатичної судини

внутрішня кора (Т-зона)

синус

зовнішня кора (В-зона)

мозкова речовина

кірковий фолікул

кровоносні капіляри

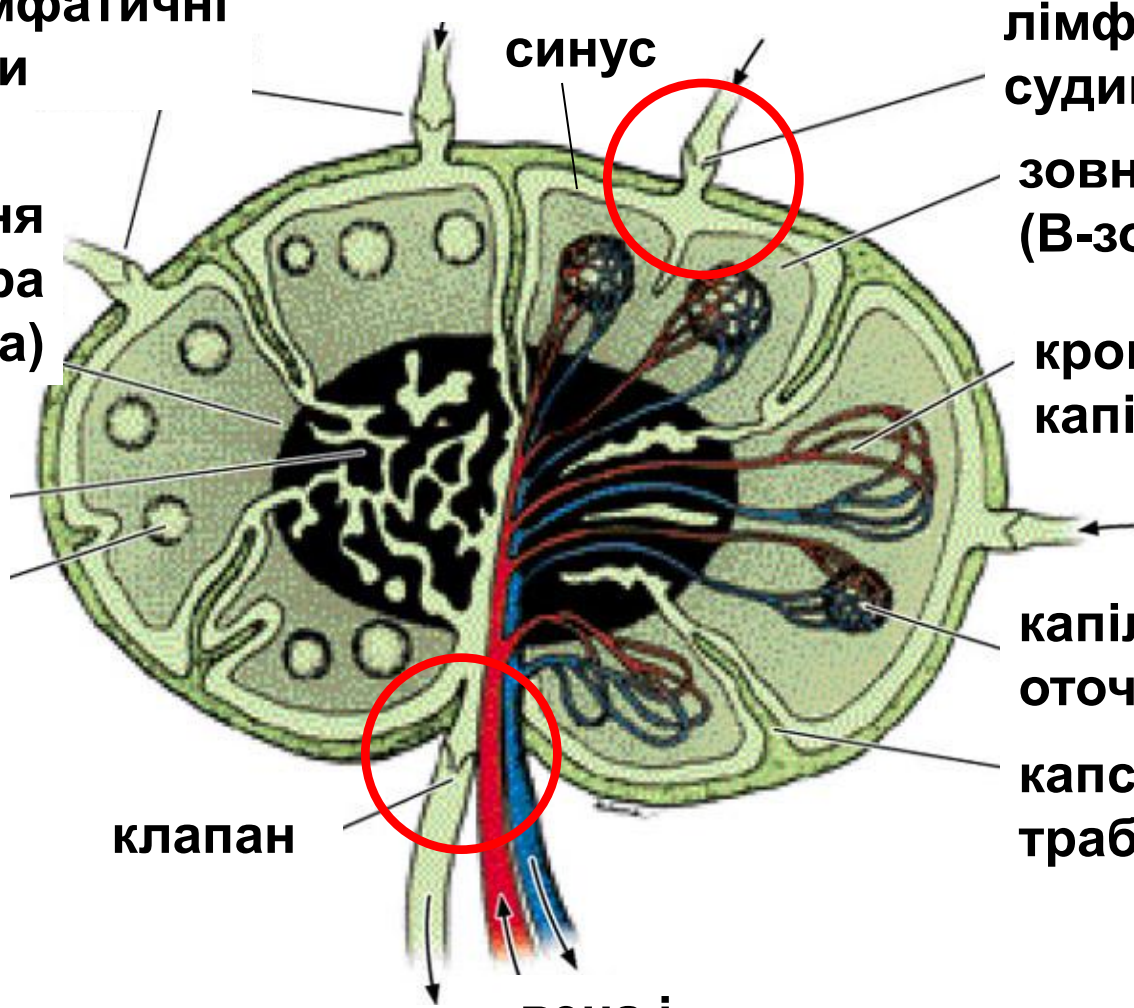
капіляри в оточенні фолікула

клапан

капсула і трабекула

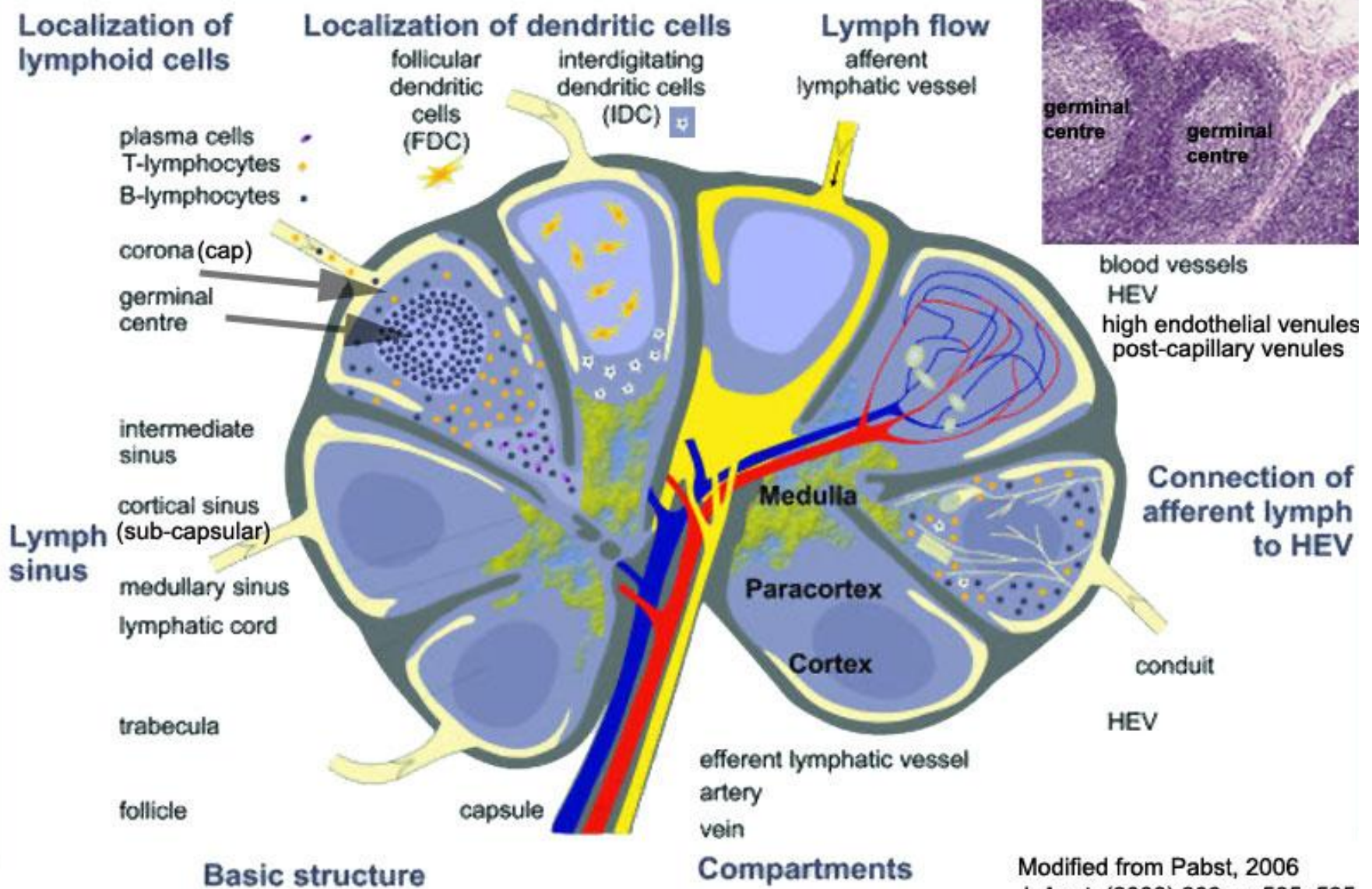
еферентні лімфатичні судини

вена і артерія



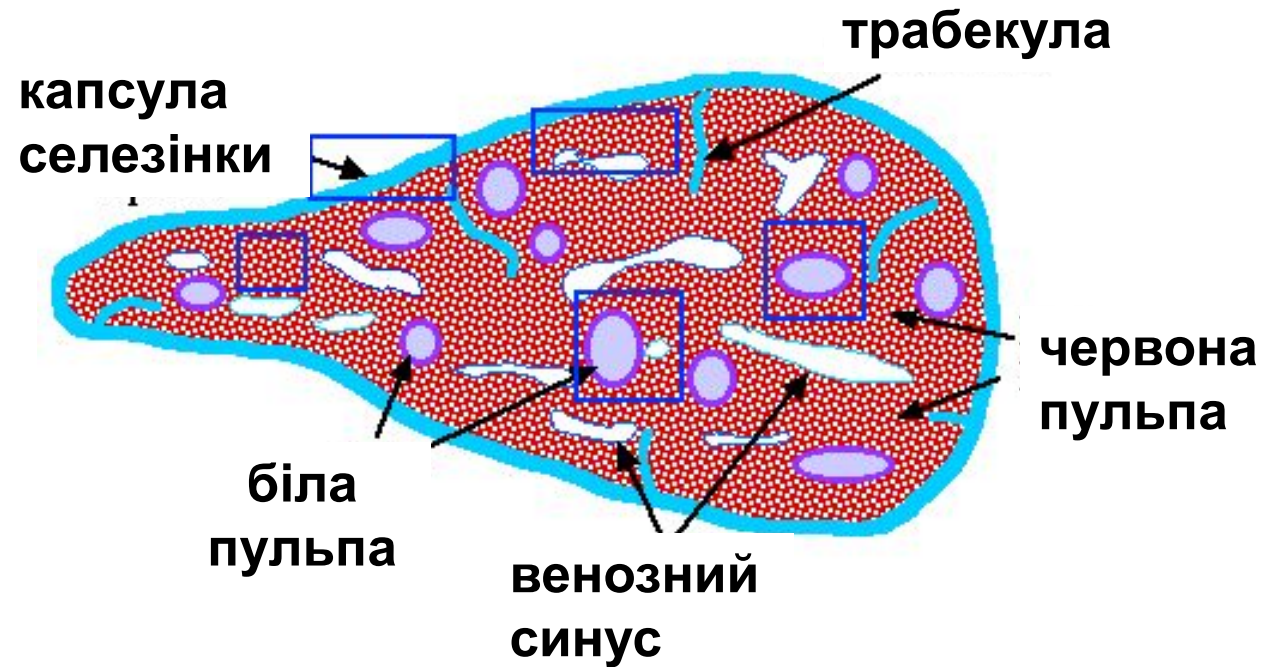


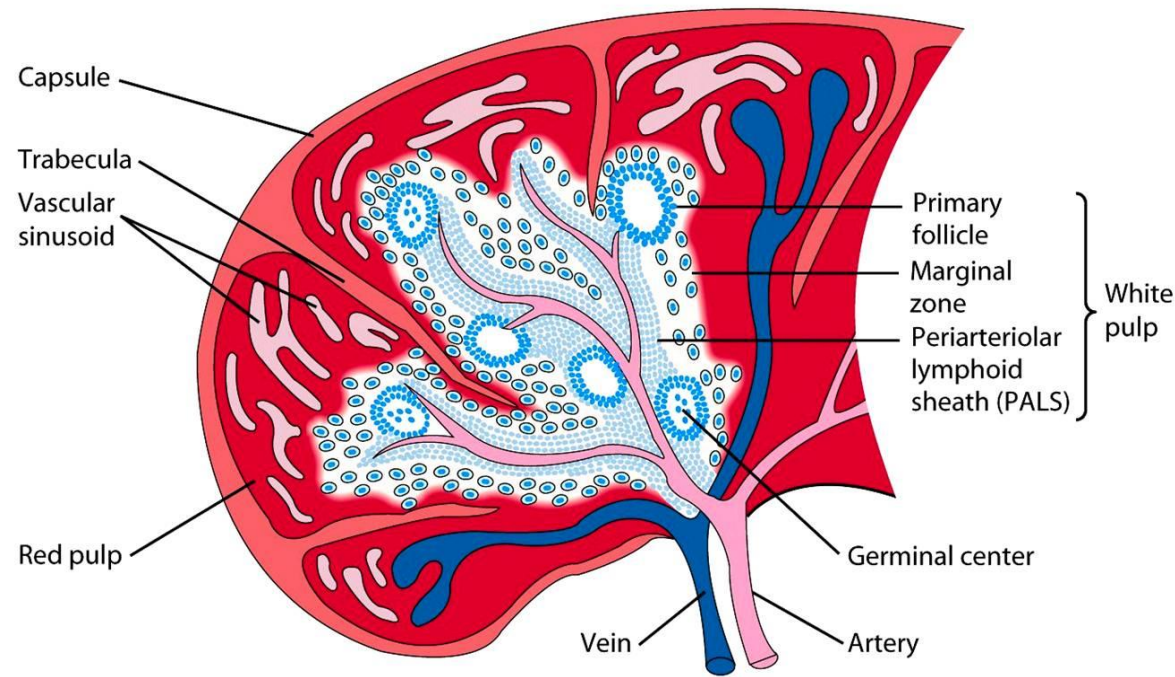
# Будова лімфовузла



# Селезінка – вторинний (периферичний) орган імунної системи

*Основна функція селезінки – підтримання балансу крові (видалення старих і зруйнованих еритроцитів і тромбоцитів, депо еритроцитів, підтримка метаболізму гемму).*



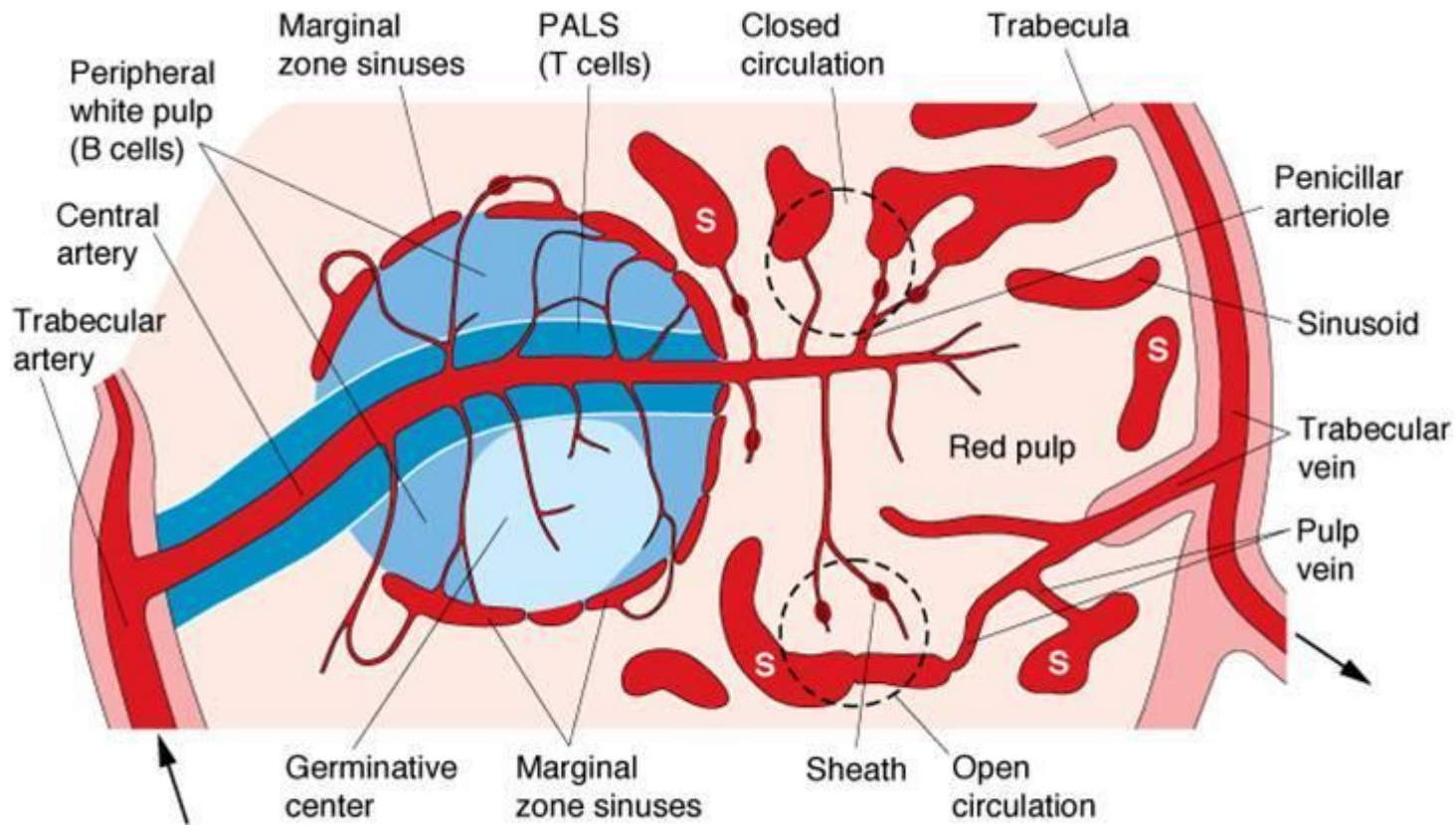


**Селезінка оточена щільною сполучнотканинною капсулою, трабекули якої поширюються вглиб органу. Паренхіма селезінки поділяється червону і білу пульпу.**

**Функції червоної пульпи:** фільтрування і депонування еритроцитів (> 200 мл еритроцитарної маси одномоментно), видалення циркулюючих імунних комплексів. Фетальний та екстрамедулярний гемопоез.

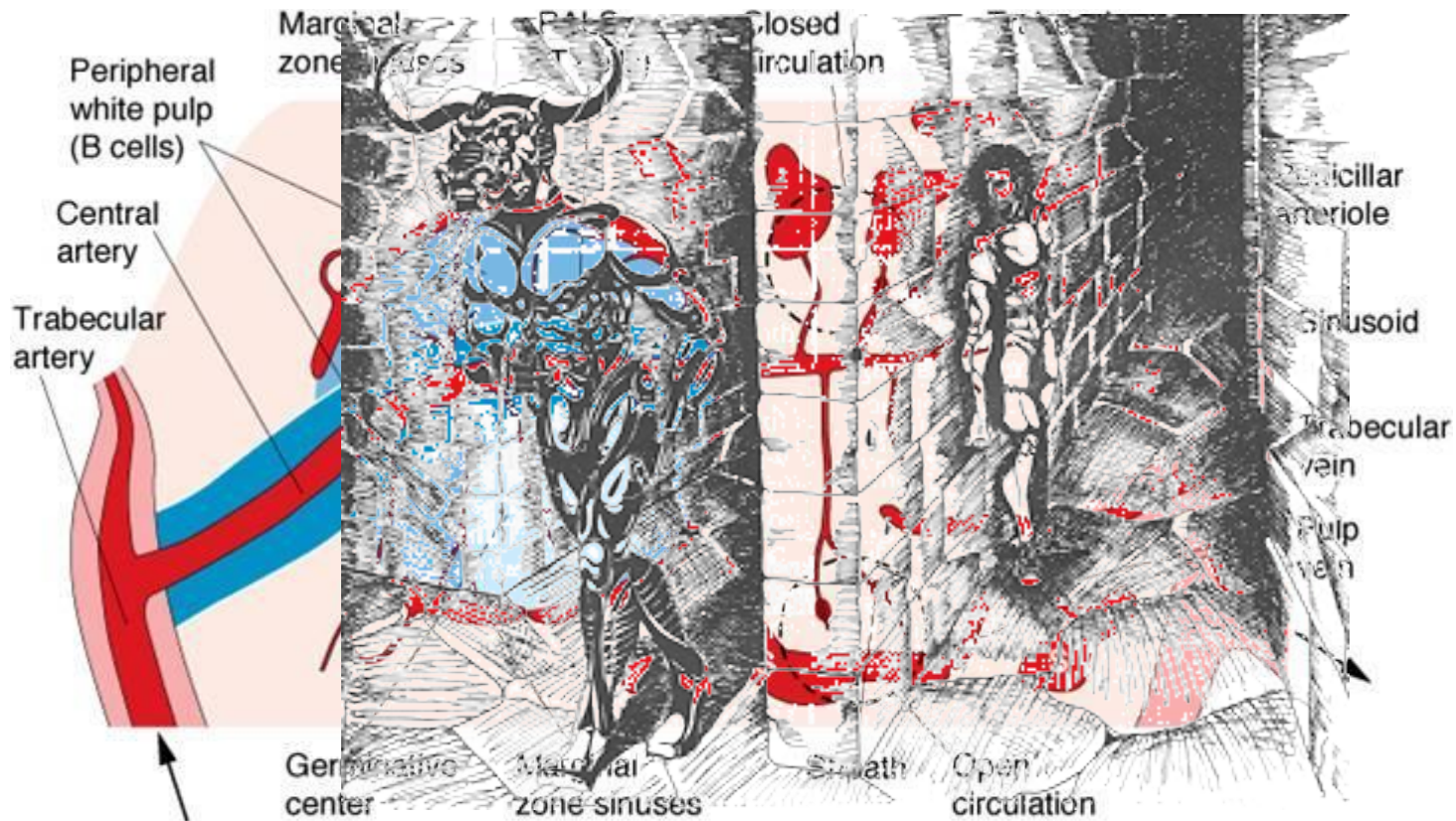
**Функції білої пульпи:** кооперація клітин імунної системи у процесі розвитку імунної відповіді (Т-залежне антитілоутворення), синтез гуморальних чинників імунного захисту (тафтсин, пропердин тощо).





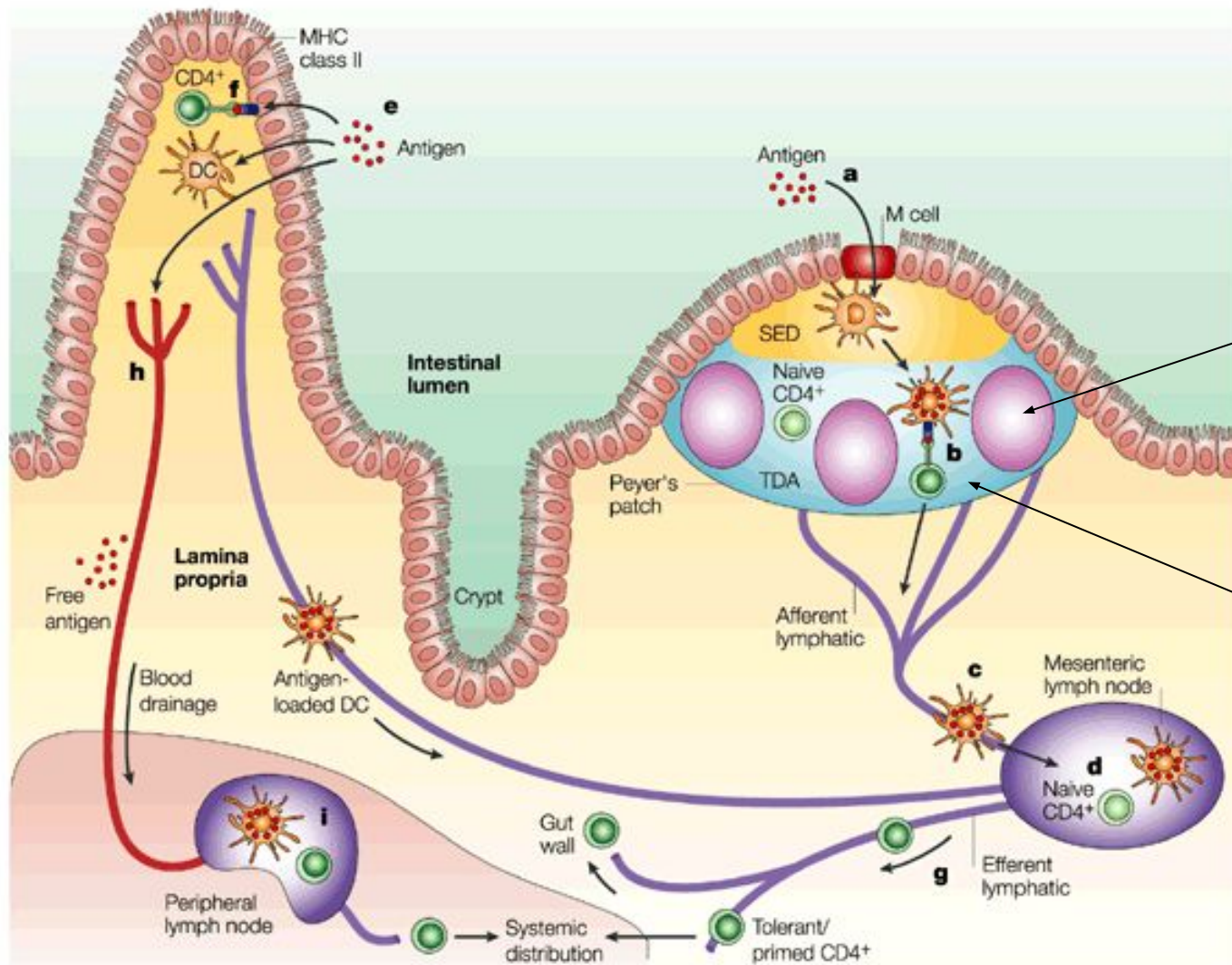
**Сполучнотканинна оболонка селезінки та її трабекули містять міофібробласти, скоротлива діяльність яких дозволяє вивільняти у циркуляцію депоновані еритроцити.**





**Оболонка селезінки та її трабекули містять міофібробласти, скоротлива діяльність яких дозволяє вивільняти у циркуляцію депоновані еритроцити (селезінка здорової людини здатна депонувати до 250 мл еритроцитарної маси) після видалення загиблих і відпрацьованих клітин спленічними макрофагами.**

# Пейєрова бляшка - вторинний неінкапсульований лімфоїдний орган

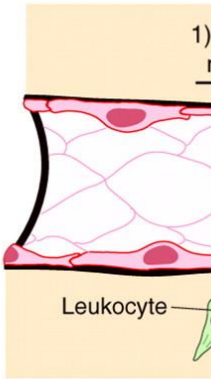


**В-зона**

**Т-зона**

# Екстравазація й діapedез лейкоцитів - механізми системного поширення імунної реактивності

## A Intravasation

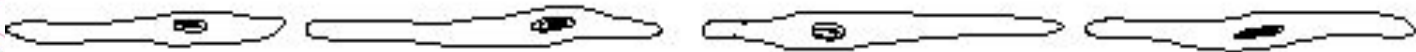
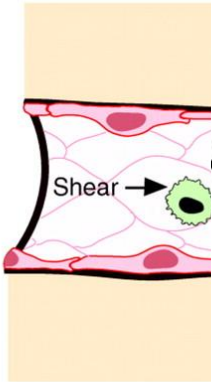


MARGINATION



-  
нку

## B Extravasation



ІННН

## C Paracellular diap (migration between

