

A detailed 3D illustration of a blood smear. The background is a deep red color. Numerous red blood cells (erythrocytes) are scattered throughout, appearing as biconcave discs with a lighter center. Several white blood cells (leukocytes) are also visible, characterized by their larger size and more complex, textured surfaces. The overall composition is dense and focused on the cellular components of blood.

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГІСТОЛОГІЇ, ЦИТОЛОГІЇ ТА ЕМБРІОЛОГІЇ ЛЮДИНИ

Лекція на тему:
«Органи кровотворення та імунного захисту»

Одеса - 2023

❖ **Органи кровотоворення та імунного захисту виконують важливі функції:**

- підтримання імунного гомеостазу;
- забезпечення фізіологічної та репаративної регенерації формених елементів крові;
- диференціація лімфоцитів.

❖ **Всі органи кровотоворення – паренхіматозні. Вони мають строму і паренхіму. В органах розділяють грубу та ніжну строму.**

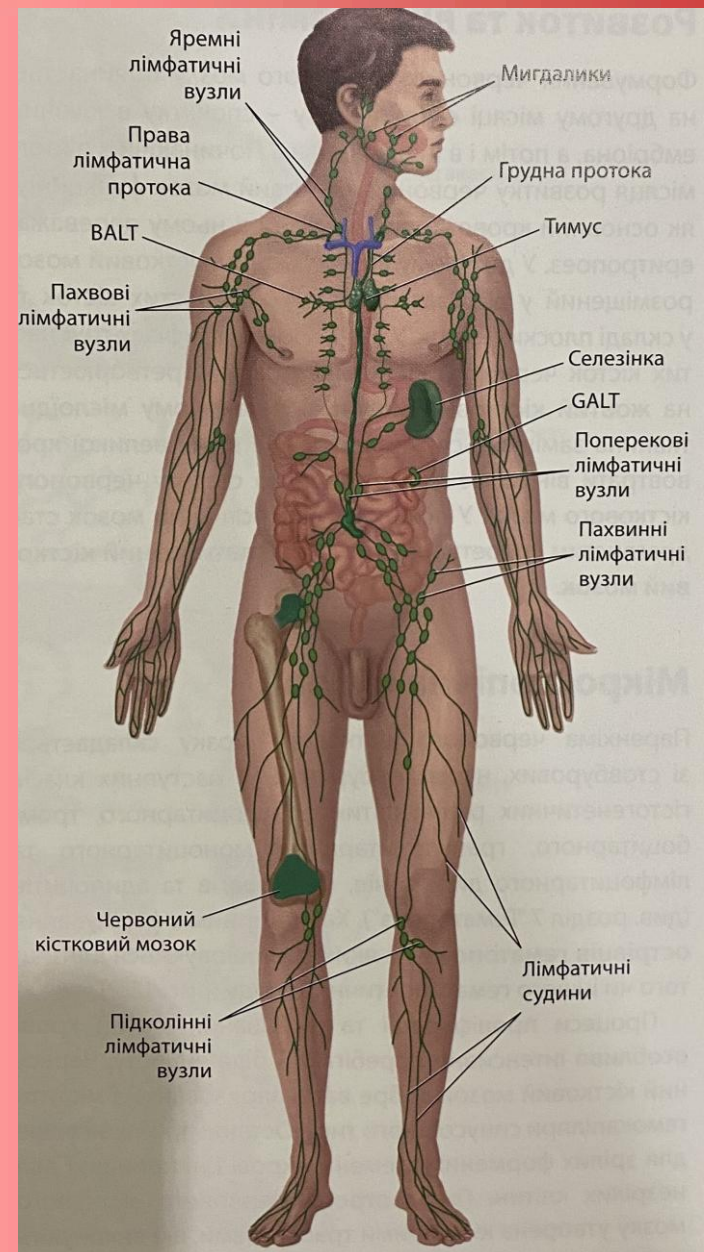
- Груба строма – утворена сполучною або кістковою тканиною.

- Ніжна строма – утворена ретикулярною тканиною (крім тимуса).

- Строма утворює каркас органів і створює мікрооточення для формених елементів крові. **Органи кровотоворення поділяються на :**

1. Центральні – червоний кістковий мозок, тимус

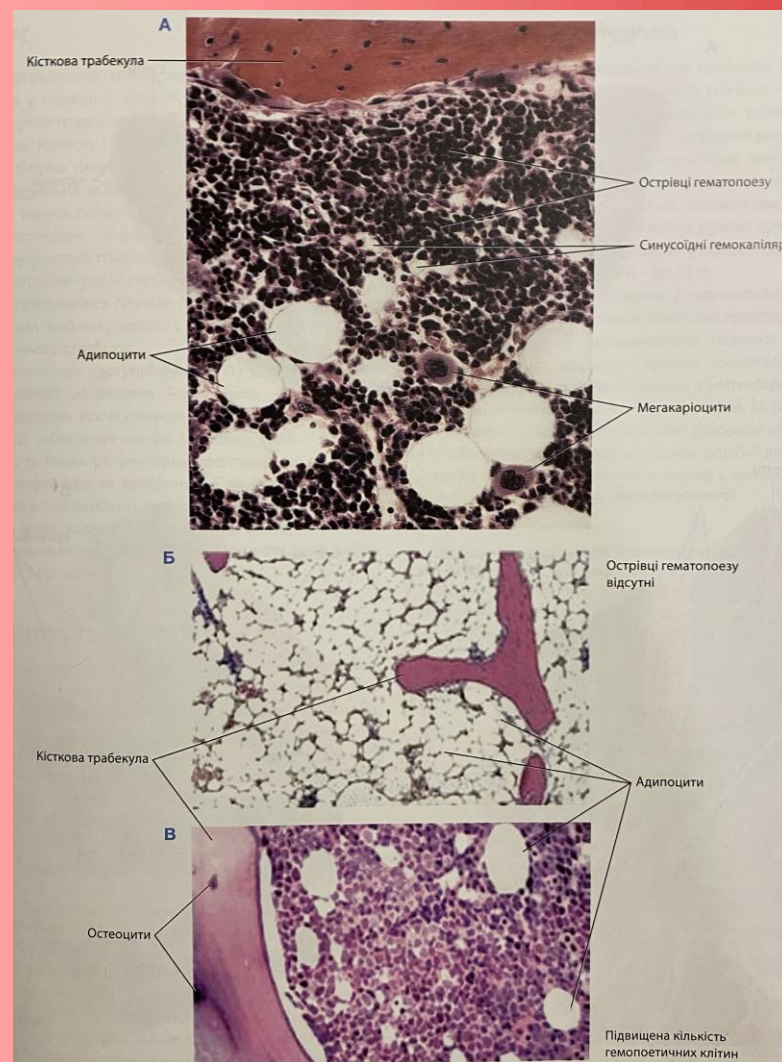
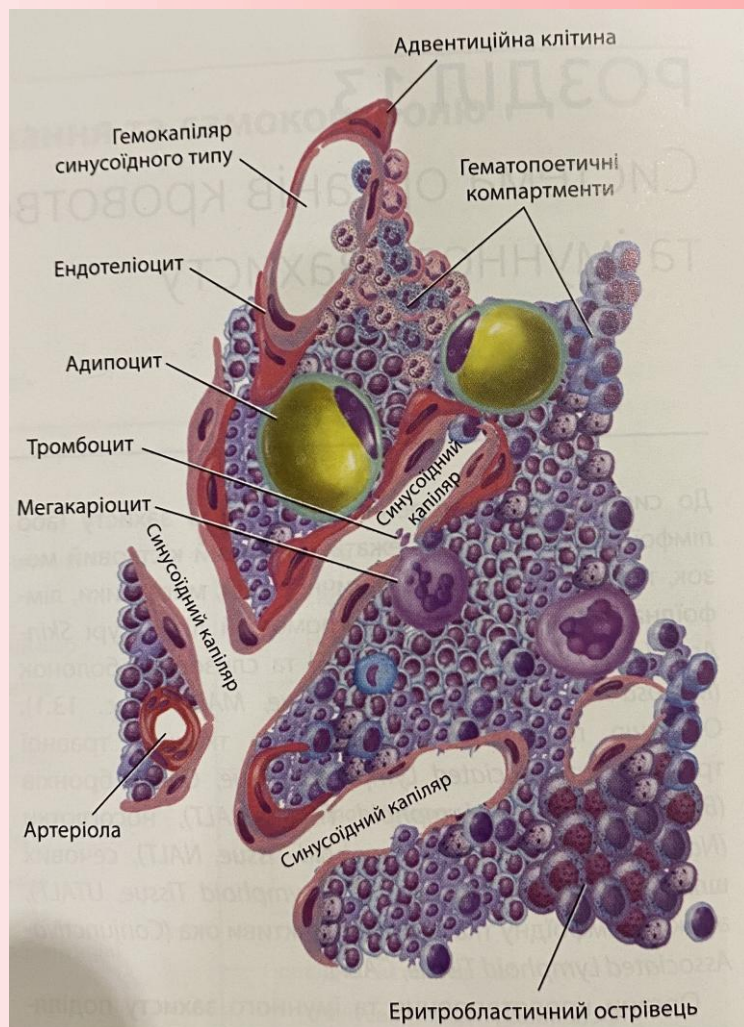
2. Периферичні – лімфатичні вузли, селезінка, мигдалик.



Червоний кістковий мозок

- Він розташовується в епіфізах трубчастих кісток і у складі губчастої кісткової тканини плоских кісток. Має напіврідку консистенцію і темно-червоний колір.
- Червоний кістковий мозок починає розвиватися на 2-му місяці ембріогенезу в ключиці зародка. На 5-7-му місяці ембріонального розвитку стає основним кроветворним органом.
 - Груба строма – кісткові трабекули, які виконують опорно-захисну функцію.
 - Ніжна строма – ретикулярна тканина, яка створює мікрооточення для кроветворних клітин.
 - Паренхіма складається зі стовбурових, напівстовбурових та наступних класів гістогенетичних рядів клітин еритроцитарного, тромбоцитарного, гранулоцитарного, моноцитарного та лімфоцитарного диферонів, макрофагів та адипоцитів. Характерним є формування острівців гематопоезу, в яких розташовуються клітини того чи іншого гемопоетичного ряду.
- Процеси проліферації та дозрівання клітин крові особливо інтенсивно перебігають біля ендосту. Червоний кістковий мозок добре васкуляризований і містить гемокапіляри синусоїдного типу. Останні проникні лише для зрілих формених елементів крові.

Мікроскопічна будова



Тимус

(вилочкова або зобна залоза)

❖ Функції:

1. Забезпечує антигеннезалежне дозрівання Т-лімфоцитів, попередники яких надходять кровоплином із червоного кісткового мозку.
2. Забезпечує синтез тирозину, тимуліну, тимопоетини та інших пептидів, які стимулюють проліферацію і дозрівання Т-лімфоцитів.

3. Продукує інсуліноподібний фактор, який зменшує рівень цукру в крові, кальцитоніноподібний фактор, фактор росту.

- ❖ Розвивається на 5-му тижні ембріогенезу з епітелію 3-4 пар зябрових кишень. Найбільшої маси тимус досягає в ранньому дитячому віці та до періоду статевого дозрівання. Для тимуса характерна вікова інволюція – поступове заміщення паренхіми на жирову та пухку сполучну тканини.

➤ У віковій інволюції розрізняють чотири фази:

1. *Швидка* – до 10 років,
2. *Повільна* – від 10 до 25 років,
3. *Прискорена* – від 25 до 40 років,
4. *Сповільнена* – від 40 років.

- Ці процеси контролюються пучковою зоною кори наднирних залоз, а саме глюкокортикоїдними гормонами. Може розвиватися акцидентальна інволюція тимусу – після голодування, травм, важких інфекцій та станів. При цьому відбувається загибель Т-лімфоцитів у тимусу.

Мікроскопічна будова

❖ Орган оточений сполучнотканинною капсулою.

- Груба строма – утворена сполучнотканинною капсулою і септами (перегородками), які врастають від капсули вглиб органа і розмежовують на часточки, які є структурно-функціональними одиницями тимусу.

- Нижня строма – утворена епітеліоретикулоцитами (епітеліальні клітини). За морфологією епітеліоретикулоцити подібні до ретикулярних клітин – мають зірчасту форму і контактуючи своїми відростками, утворюють сітку.

❖ Розрізняють 6 типів епітеліоретикулоцитів:

I – беруть участь у формуванні гематотимусного бар'єру

II – забезпечують дозрівання Т-лімфоцитів

III – формують бар'єр між кірковою і мозковою речовиною часток

IV – стабілізують бар'єр між кірковою і мозковою речовиною

V – розмежовують Т-лімфоцити

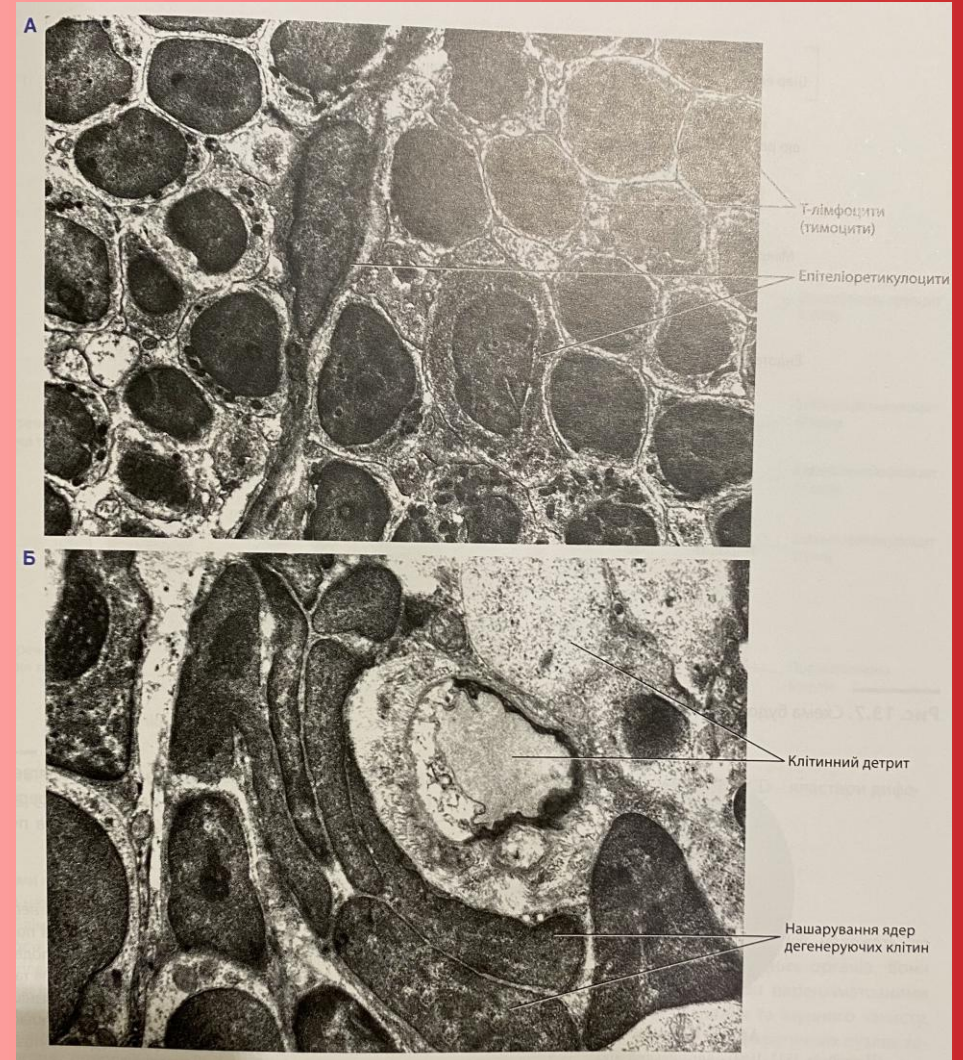
VI – формують тільця Гассала

- Паренхіма – НК – і Т-лімфобласти, великі, малі та середні Т-лімфоцити в оточенні макрофагів і епітеліоретикулоцитів.

❖ Кожна часточка складається з:

- Кіркової речовини – периферична ділянка, яка на препаратах забарвлюється темніше (до 90% тимоцитів – Т-лімфоцитів)

- Мозкової речовини – центральна ділянка, яка забарвлюється світліше.



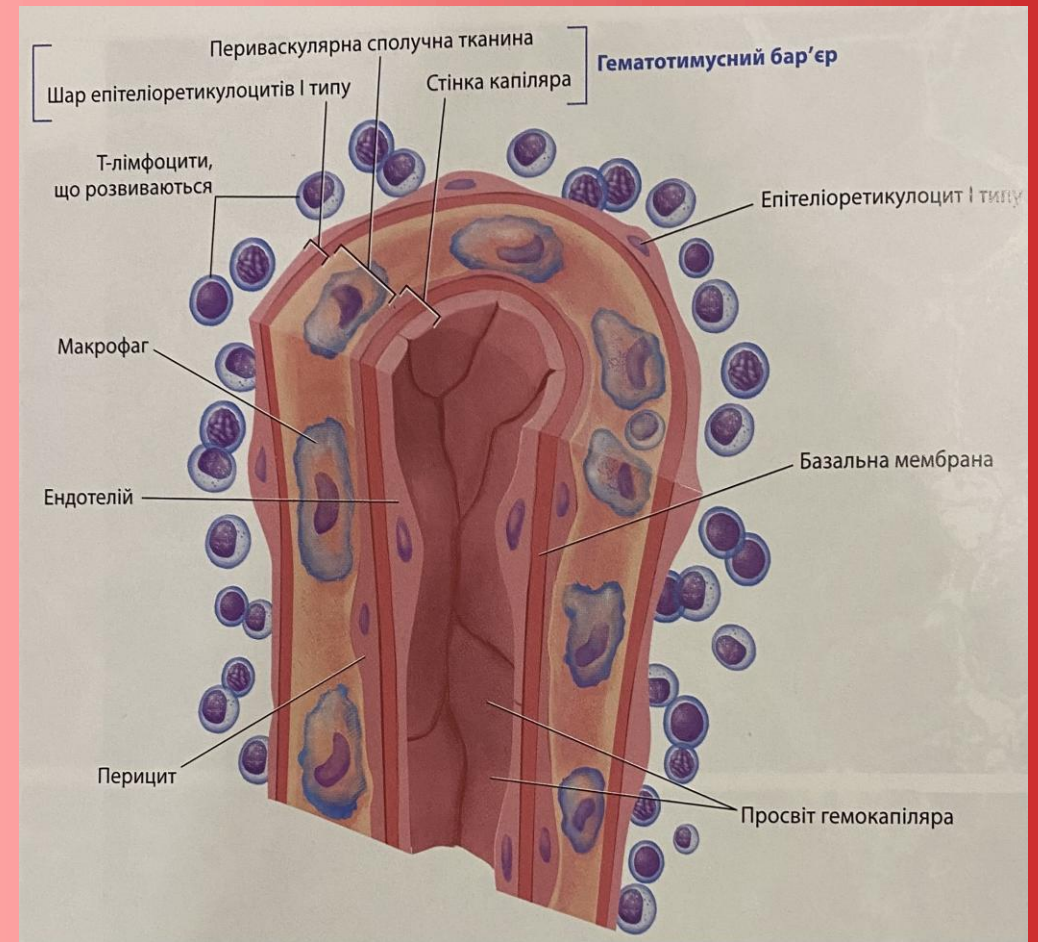
❖ **Кіркова речовина** – тут відбувається антигеннезалежне розмноження і дозрівання Т-лімфоцитів, а також селекція (відбір) лімфоцитів. Лімфоцити, які мають рецептори до білків власного організму, гинуть шляхом апоптозу. Лімфоцити кіркової речовини відмежовані від крові **гематотимусним бар'єром**.

➤ **Останній утворений :**

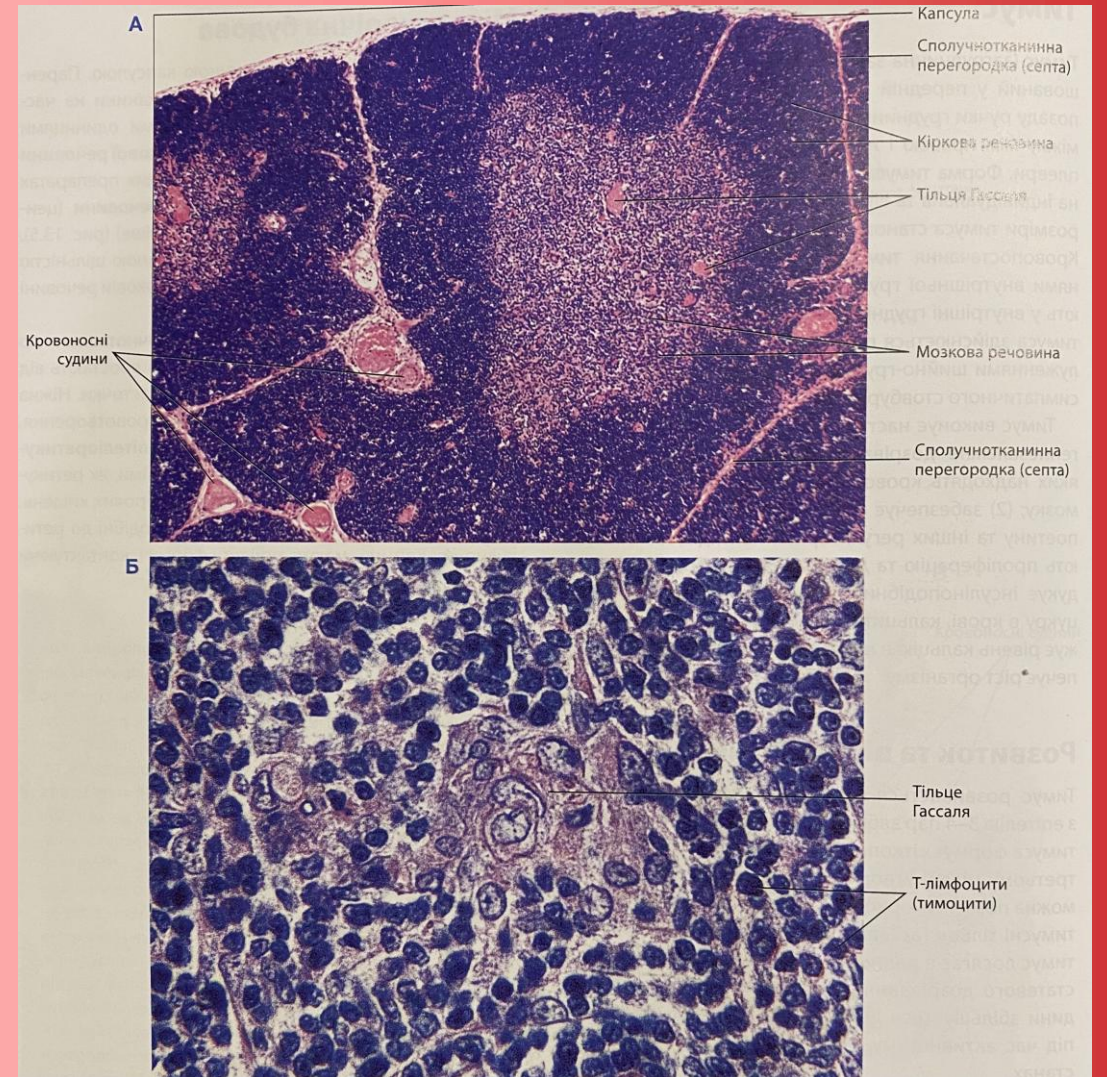
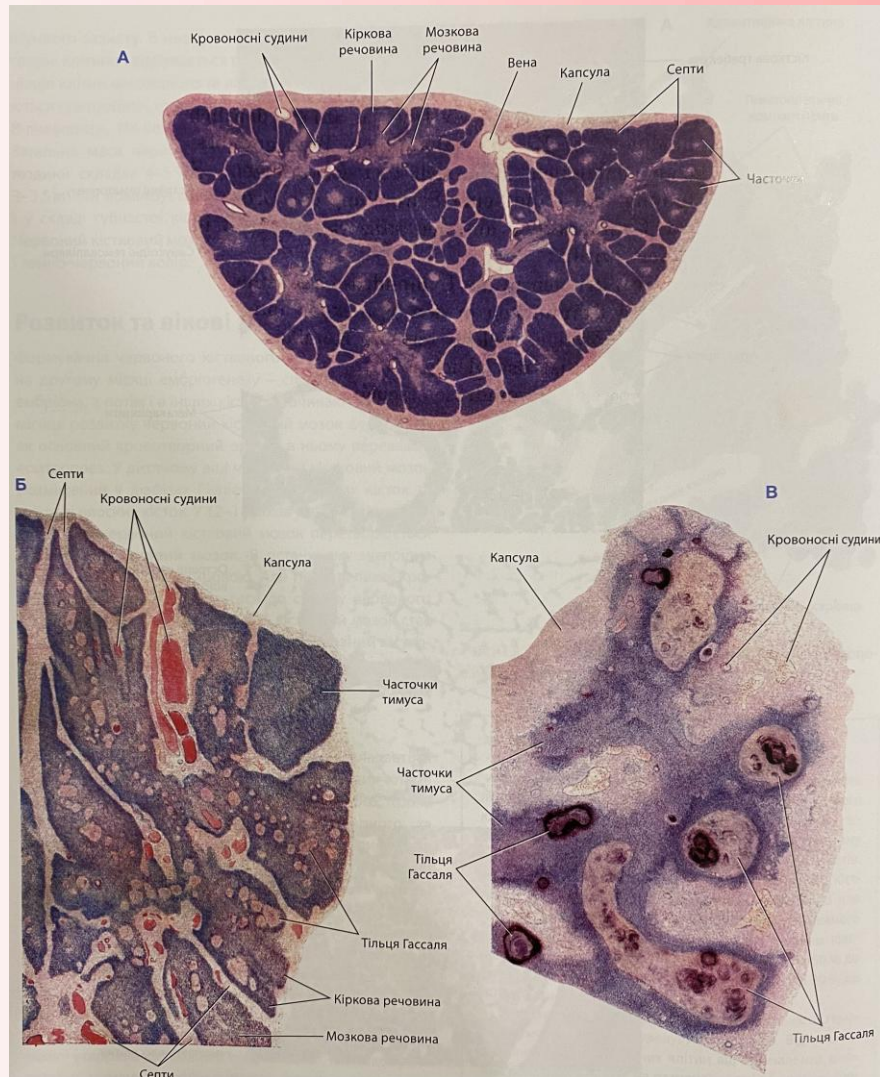
- суцільним шаром ендотеліальних клітин гемо капілярів з неперервною базальною мембраною;
- перикапілярним простором;
- макрофагами та основною міжклітинною речовиною;
- суцільним пластом епітеліоретикулоцитів I типу.

➤ **Гематотимусний бар'єр** запобігає доступу антигенів із судинного русла до лімфоцитів кіркової речовини та є непроникним для незрілих лімфоцитів, а також лімфоцитів, які мають циторецептори до власних антигенів організму, що запобігає розвитку аутоімунних реакцій. У мозковій речовині гематотимусний бар'єр відсутній. Цим створює умови, необхідні для рециркуляції лімфоцитів (їхнього виходу у кровоплин).

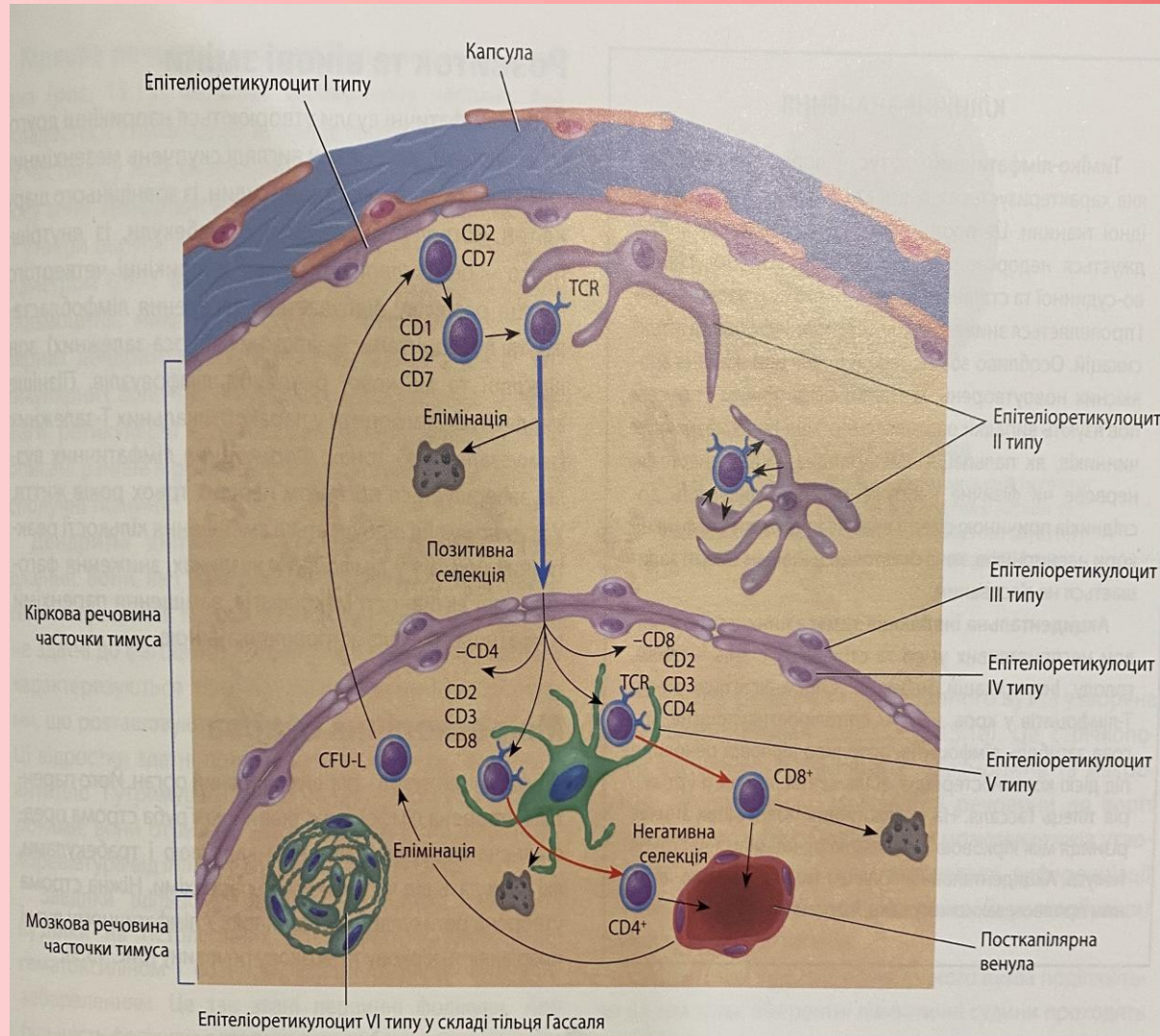
❖ **Мозкова речовина** часточки тимуса утворена невеликою кількістю малих та середніх Т-лімфоцитів, які знаходяться в оточенні епітеліоретикулоцитів і макрофагів. Зрілі лімфоцити через стінку вени виходять у кровоплин. У центральній частині локалізуються тільця Гассаля – концентричні нашарування епітеліоретикулоцитів VI типу, котрі поєднані десмосомними контактами. Тільця Гассаля – характерна морфологічна ознака тимусу. Функція їх остаточно не встановлена, але вважають, що вони продукують інтерлейкіни (IL-4, IL-7), котрі беруть участь у диференціації та тим усному навчанні Т-лімфоцитів.



Мікроскопічна будова тимуса



Тимусне «навчання» лімфоцитів



Периферичні органи кровотворення

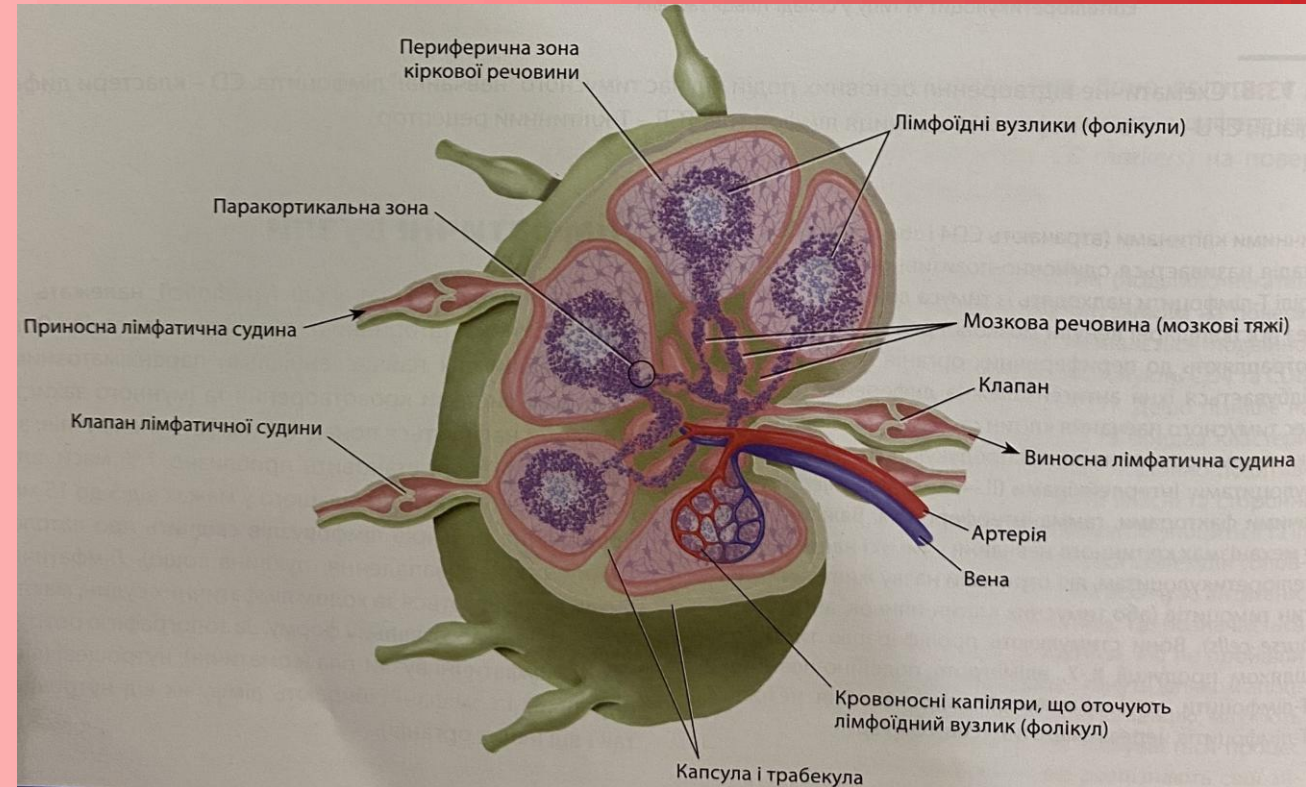
❖ Функції:

- Підтримання імунного гомеостазу;
- Забезпечення фізіологічної та репаративної регенерації формених елементів крові;
- Антигензалежна диференціація лімфоцитів.

Лімфатичні вузли (nodi limphatici)

❖ Функції:

- антигензалежна диференціація Т- і В-лімфоцитів;
 - очищення лімфи від чужорідних частинок.
- Лімфатичні вузли мають богоподібну форму. Це паренхіматозний орган.
- Груба строма – представлена сполучнотканинною капсулою і трабекулами, які відходять від капсули вглиб паренхіми.
 - Нижня строма – ретикулярна тканина
 - Паренхіма – лімфоцити, макрофаги.
- ## ❖ У лімфатичному вузлі розрізняють :
- кіркову речовину;
 - пара кортикальну зону;
 - мозкову речовину.



❖ **Кіркова речовина** – утворює зовнішню частину органа.
Включає:

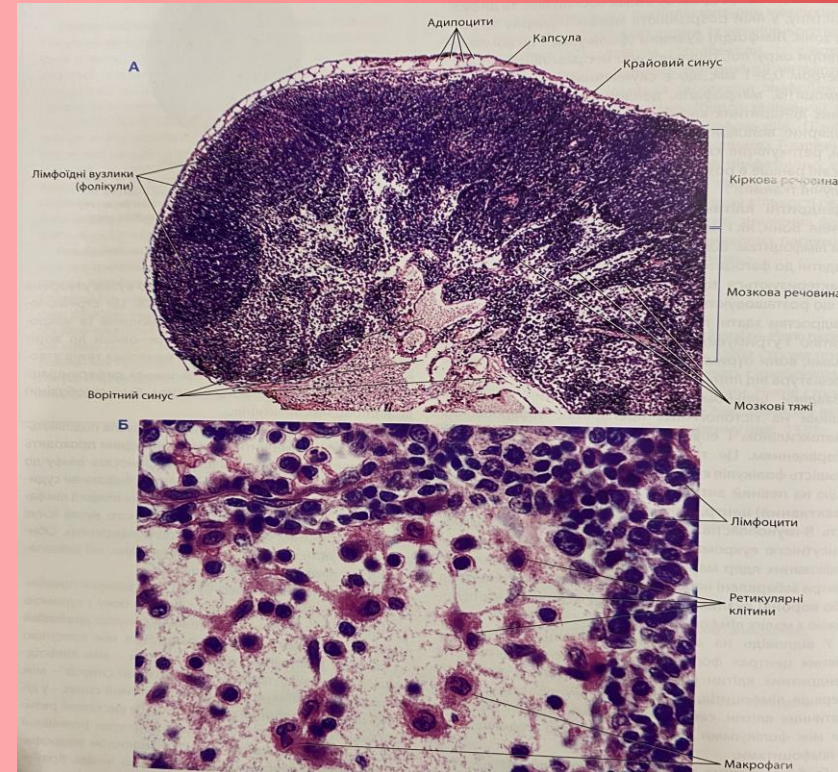
- *фолікулярну частину* – лімфоїдні фолікули – скупчення В-лімфоцитів, плазмоцитів, макрофагів, дендритних клітин, ретикулярних клітин і волокон. У центрі містять гермінативний (реактивний) центр, у якому локалізується значна кількість В-лімфобластів. У відповідь на антигенну стимуляцію відбувається проліферація дендритних клітин і макрофагів, активізація та проліферація лімфоцитів, утворення В-лімфоцитів і плазматичних клітин, секреція останніми антитіл.

- *дифузна частина* – між фолікулярна зона.

➤ **Дендритні клітини** – мають кістково-мозкове походження. Вони, як і макрофаги, презентують «чужі» антитела лімфоцитам, але не здатні до фагоцитозу.

❖ **Паракортикальна зона** - на межі кіркової та мозкової речовини. Тут локалізуються Т лімфобласти і Т-лімфоцити та особливий різновид макрофагів – інтердигітальні клітини – синтезують фактори, що активують розмноження Т-лімфоцитів.

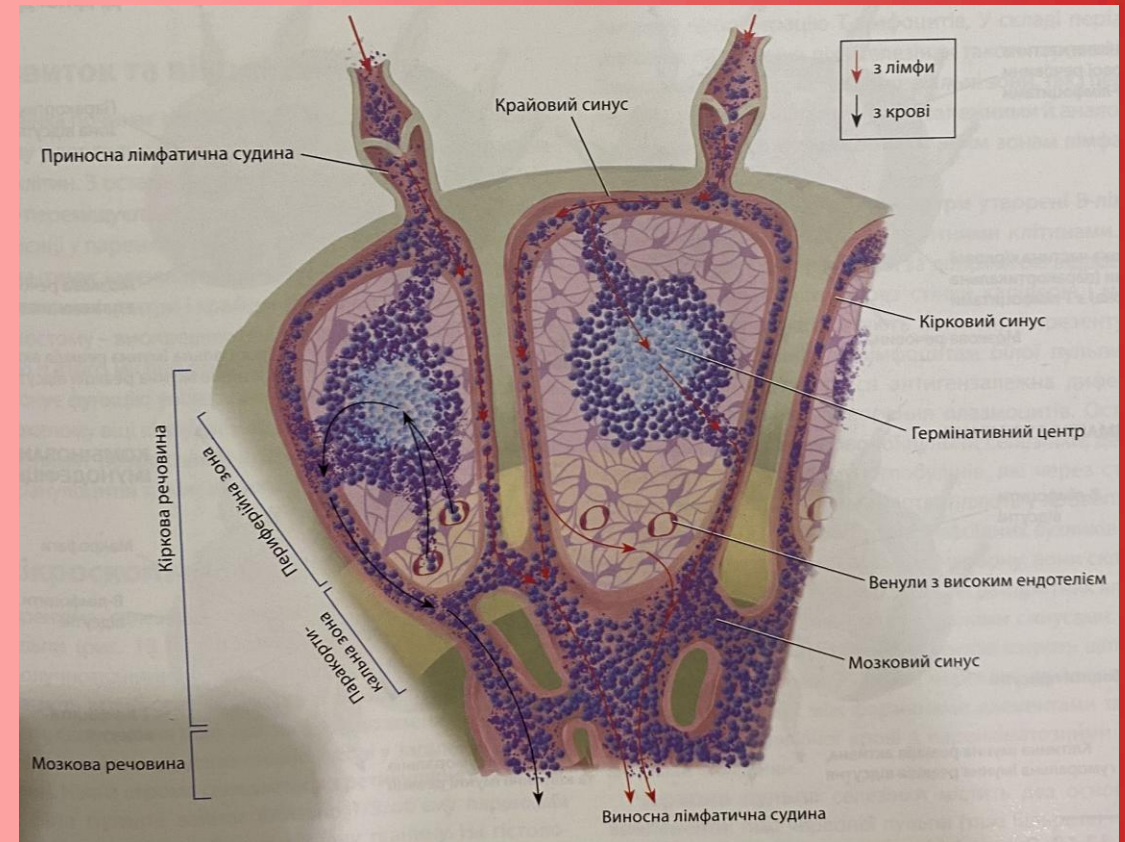
❖ **Мозкова речовина** – складається з мозкових тяжів, які утворені скупченням В-лімфоцитів, плазмоцитів і макрофагів, що тягнуться від кіркової речовини до воріт лімфатичного вузла. Плазмоцити мозкових тяжів утворюються в результаті антиген залежної диференціації В-лімфоцитів і синтезують антитіла (імуноглобуліни) до відповідних антигенів.



❖ **Синуси лімфатичного вузла** – це щілинні проміжки між лімфоїдною тканиною з одного боку і стромою з іншого.

Розрізняють:

- *крайовий* – між капсулою і фолікулом;
 - *міжфолікулярний* – між лімфоїдними вузликами і трабекулами;
 - *мозкові* – між мозковими тяжами і трабекулами;
 - *воротний* – у ділянці воріт лімфатичного вузла.
- Синуси вистелені рутикулоендотеліоцитами, серед яких подекуди розміщені так звані берегові клітини, які є різновидом макрофагів. По синусах відбувається циркуляція лімфи. Під час руху по системі синусів відбувається фагоцитоз сторонніх частинок береговими клітинами, збагачення лімфоцитами та імуноглобулінами.



Селезінка (lien)

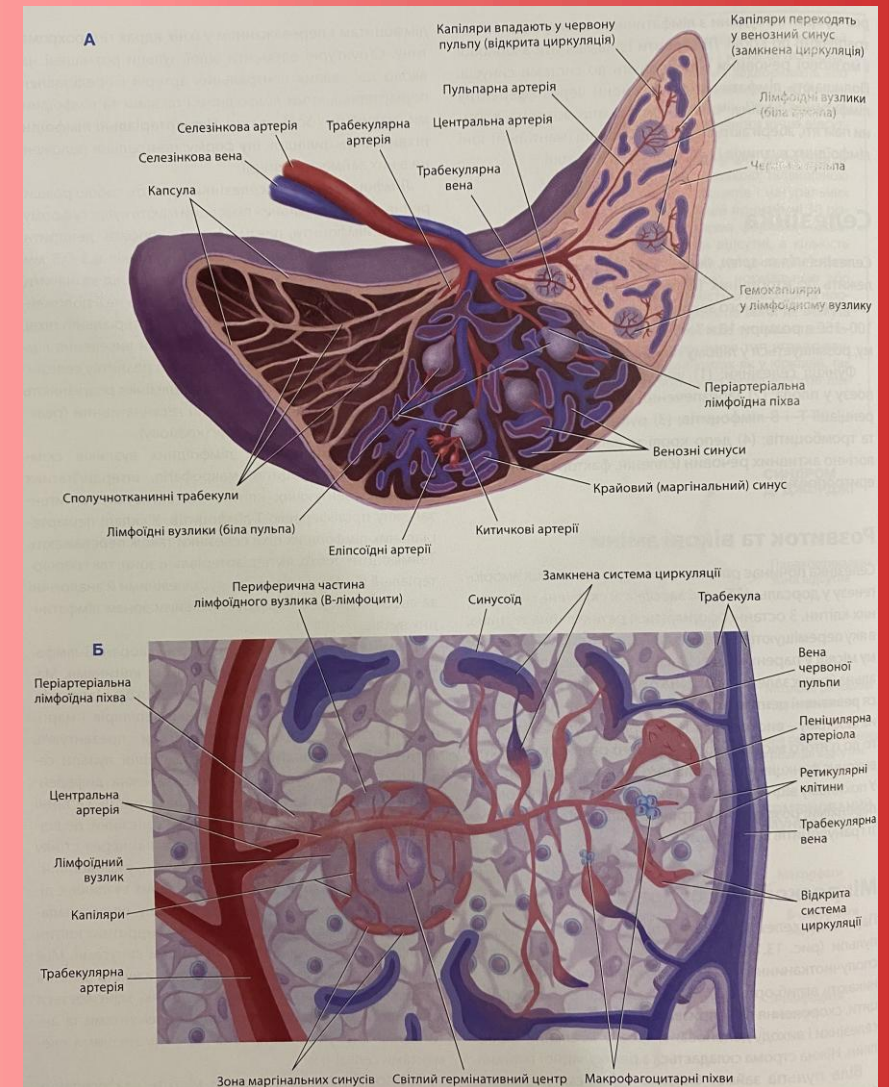
❖ Функції:

1. Універсальний орган гематопоезу у плода
2. Забезпечення антиген залежної диференціації Т- і В-лімфоцитів
3. Руйнування (елімінація) старих і пошкоджених еритроцитів та тромбоцитів
4. Депо крові та заліза
5. Синтез біологічно активних речовин (спленін, фактор пригнічення еритропоезу).

❖ Селезінка - це паренхіматозний орган.

- Груба строма – сполучнотканинна капсула, трабекули;
- Ніжна строма – ретикулярна тканини;
- Паренхіма – червона і біла пульпа.

- Селезінка починає розвиватися з 2 місяця ембріогенезу. З до 5 місяця ембріонального розвитку виконує функцію універсального кровотворного органу.



Мікроскопічна будова

❖ Селезінка покрита сполучнотканинною капсулою, від якої відходять трабекули. Капсула і трабекули мають велику кількість гладком'язових клітин.

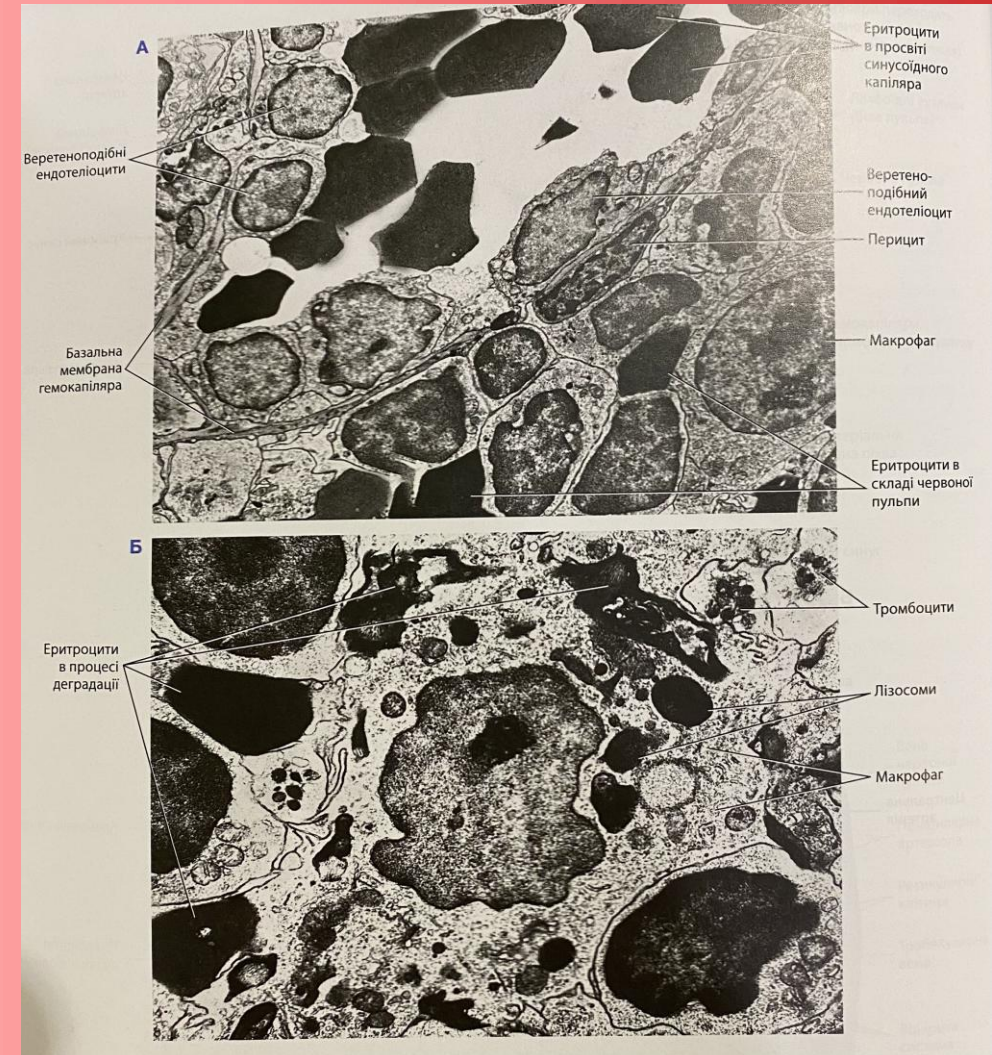
➤ Біла пульпа утворена лімфатичними вузликами. Вузлики – це скупчення Т- і В-лімфоцитів, плазмоцидів, макрофагів. Лімфатичний вузлик має 4 зони:

1. Періартеріальна зона – складається з Т-лімфоцитів, макрофагів, інтердигітатних антигенпрезентуючих клітин, які активують антиген залежну проліферацію Т-лімфоцитів. Скупчення клітин розташоване навколо центральної артерії, яка локалізується ексцентрично в білій пульпі. Це тимусзалежна зона.

2. Реактивний центр (центр розмноження) – утворений В-лімфоцитами, макрофагами та дендритними клітинами. Тут відбувається розмноження В-лімфоцитів, антигензалежна диференціація В-лімфоцитів і тяжі відростків, що можуть проникати через стінки капілярів і маргінальних синусів, фагоцитують антигени і презентують антигенні детермінанти лімфоцитам булої пульпи селезінки. Далі плазмоциди мігрують із булої пульпи до червоної пульпи селезінки, де відбувається продукція імуноглобулінів, які через стінку синусоїди червоної пульпи протрапляють у кровоплин.

3. Мантійна зона – складається переважно з В-лімфоцитів, невеликої кількості Т-лімфоцитів, макрофагів, дендритних клітин та плазмоцитів.

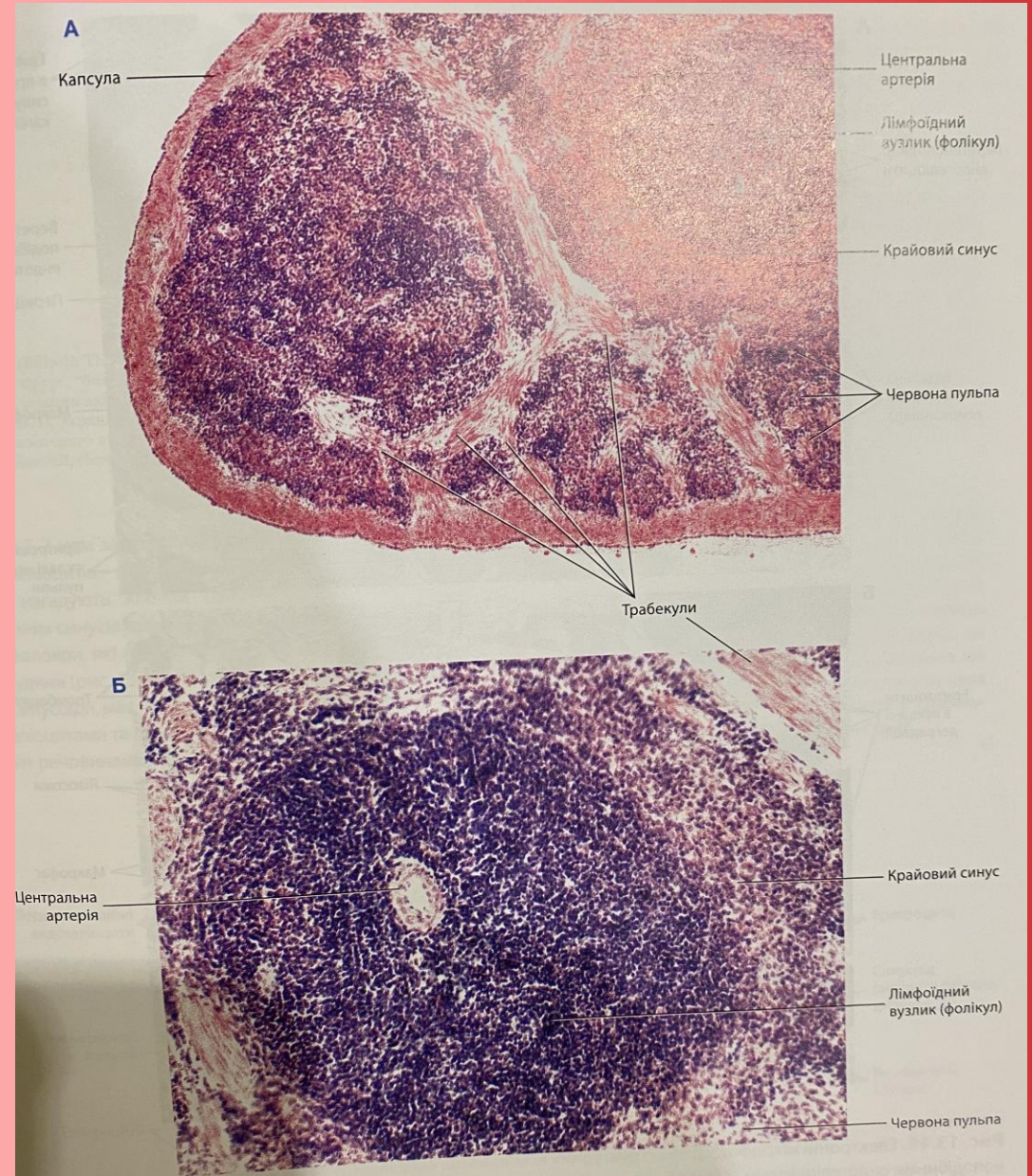
4. Крайова (маргінальна) зона – утворена Т- і В-лімфоцитами, макрофагами, дендритними клітинами та плазмоцидами, які і оточені маргінальними синусами.



➤ **Червона пульпа** – містить два основних компонента:

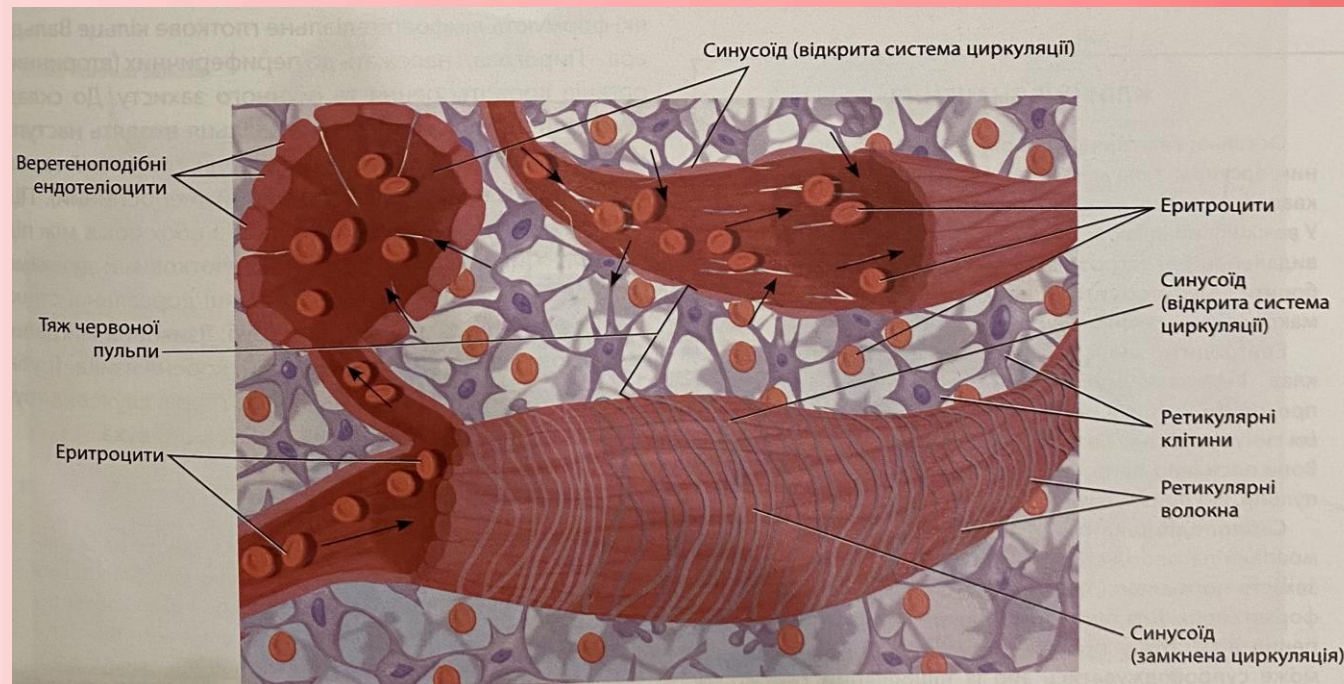
1. Тяжі червоної пульпи (тяжі Більрота) – оточені ретикулярними клітинами; до їх складу входять формені елементи крові, дендритні клітини, макрофаги, плазмоцити та лімфоцити. У тяжах червоної пульпи селезінки у неактивному стані перебуває до 50% моноцитів людського організму. Тут також відбувається перетворення моноцитів у макрофаги, що здатні руйнувати старі або пошкодженні еритроцити і тромбоцити. Гемоглобін зруйнованих еритроцитів служить джерелом для синтезу білірубину і трансферину.

2. Синусоїдні (венозні) синуси – залягають між тяжами. Їх ендотеліоцити мають веретеноподібну форму, орієнтовані вздовж довгої осі синусоїда; контактують між собою лише в окремих ділянках, між якими утворюються щілинні проміжки. Ендотеліоцити охоплені пучками ретикулярних волокон, які орієнтовані перпендикулярно до довгої осі судини. Базальна мембрана, яка зовні оточує синусоїди, має численні пори. Через проміжки між ендотеліоцитами та пори базальної мембрани здійснюється обмін речовинами і клітинними елементами між кров'ю, що циркулює у венозних синусах, і тяжами Більрота. Відростки макрофагів з останніх проникають між ендотеліоцитами та фагоцитують антигени з крові. Синусоїди можуть також виконувати функцію депо крові.



Кровообіг селезінки

- ❖ У ворота селезінки входить селезінкова артерія; вона розгалужується й утворює трабукулярні артерії. Останні покидають трабекули і перетворюються на пульпарні артерії. Від пульпарних артерій у вузлики входять центральні артерії. Коли центральні артерії виходять з вузликів, вони розгалужуються і утворюють котичкові артеріоли. Ці артеріоли закінчуються еліпсоїдними капілярами. Еліпсоїдні капіляри з'єднуються з венозними синусами (закритий кровообіг). Частина капілярів відкривається безпосередньо в червону пульпу (відкритий кровообіг). Далі кров надходить у венозні синуси пульпарні вени трабекулярні вени селезінкову вену.



Кінець

Дякую за увагу!