

Загальна
характеристика
системи крові
Фізіологія еритроцитів
Групи крові
Фізіологія лейкоцитів

Внутрішнім середовищем організму
називають сукупність біологічних рідин (кров,
лімфа, тканинна рідина), що омивають усі
клітини і тканини організму

Внутрішнє середовище має відносну сталість
складу та фізико-хімічних властивостей, що
створює приблизно однакові умови існування
клітин організму

РІДКІ СЕРЕДОВИЩА ОРГАНІЗМУ

У середньому в людині міститься близько **60%** від маси тіла води, наприклад, для **70 кг** маси це близько **42 л**;

Весь водний простір організму прийнято ділити на два основні сектори:

— позаклітинний, на частку якого припадає **20%** від маси тіла, **14 л**;

— внутрішньоклітинний — **40%** від маси тіла, або **28 л**;

Сектор позаклітинної води неоднорідний, тому додатково в ньому виділяється:

— внутрішньосудинна вода — **5%** від маси тіла, або **3,5 л** води;

— межклітинна вода — **15%** або **10,5 л**, до неї відносять рідину серозних порожнин, синовіальну рідину, рідину передньої камери ока, спинномозкову рідину і лімфу.

СИСТЕМА КРОВІ

**Це поняття введено в 1939 році
дослідником-клініцистом Р. Ф. Лангом**

У систему крові входять:

- 1) периферична кров, що циркулює по судинах;**
- 2) органи кровотворення — червоний кістковий мозок, лімфатичні вузли, селезінка;**
- 3) органи кроворуйнування — селезінка, печінка, червоний кістковий мозок;**
- 4) регулюючий нейро-гуморальний апарат**

Кров - це чутливий індикатор, який відображає стан організму (тому серед методів обстеження організму важливе місце займає клініко-фізіологічний аналіз крові)

ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ КРОВІ

- ❖ **транспортна**;
- ❖ **дихальна** (варіант транспортної функції, перенесення кисню і вуглекислого газу);
- ❖ **трофічна**, варіант транспортної функції - доставка до тканин поживних речовин;
- ❖ **екскреторна**, варіант транспортної функції— доставка екскретуючих з організму речовин до органів виділення;
- ❖ **терморегулююча** — перенесення тепла з одних областей тіла в інші;

- ❖ **забезпечення водно-сольового обміну** — транспорт води та іонів;
- ❖ **гуморальна регуляція** — транспорт гуморальних регуляторів від місця їх синтезу до органів- мішеней;
- ❖ **забезпечення гомеостазу організму** — підтримання сталості внутрішнього середовища організму;
- ❖ **захисна функція** — здійснення неспецифічного та специфічного імунітету.
- ❖ **здійснення креаторних зв'язків** тобто міжклітинна передача інформації, забезпечується регуляція синтезу білків, відновлення та підтримання структури тканин

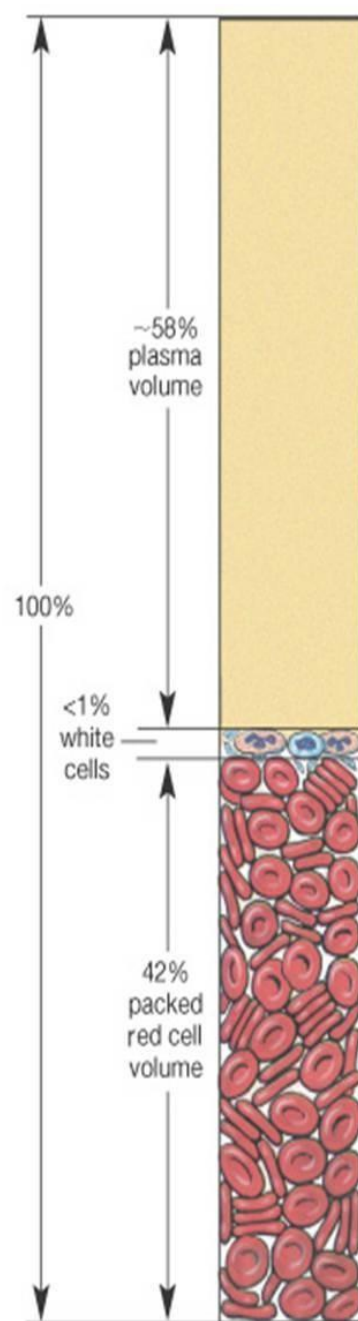
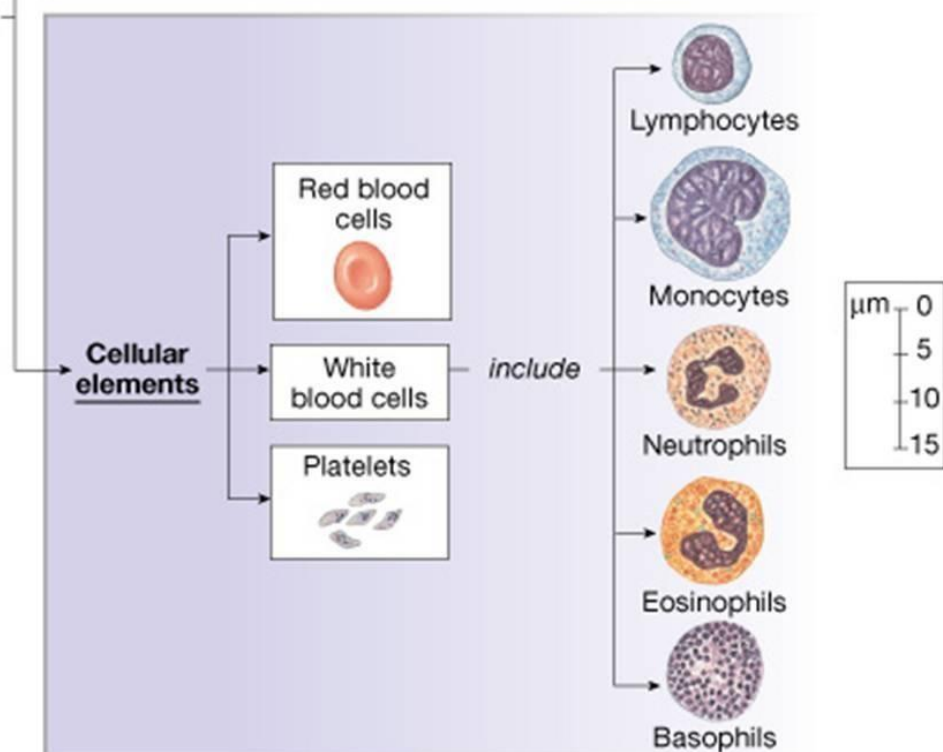
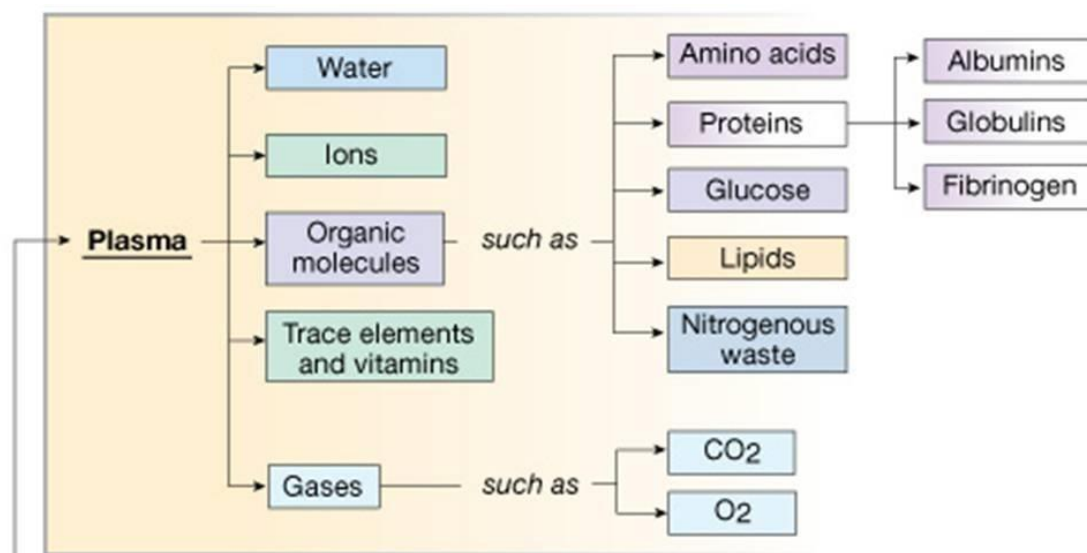
СКЛАД КРОВІ

Кров складається: з плазми і формених елементів (еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів)

Плазма крові складається: вода **91%; солі (електроліти), білки, жири, вуглеводи, продукти обміну, гормони, ферменти, вітаміни, розчинені гази, ін. органічні речовини - **1,1%**; неорганіч. речовини - **0.9%****

Білки - **7-8% або **65-85 г/л**, альбуміни – **4-5%**, глобуліни - **2,5- 3%**, фібриноген**

BLOOD – is composed of



Функції білків:

- ❖ **Поживна** (в 3 л плазми розчинено близько 200 г/л).
- ❖ **Захисна роль** (гуморальний імунітет, синтез білків, згортання крові, фібриноліз).
- ❖ **Участь у підтриманні**: онкотичного тиску; буферних властивостей крові; в'язкості крові; щільності крові; обміну речовин, у процесах репарації; росту і розвитку клітин організму; в утворенні тканинної рідини; лімфи; всмоктування води; утворення сечі.
- ❖ **Транспортна роль** (перенесення різних речовин: білірубіну, солей важких металів, жирних кислот, фармакологічних

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ КРОВІ

1. Об'єм крові — 4-6 л або 6—8% від маси тіла (депо крові: печінка-20%, селезінка – до16%, у судинах шкіри 10%)

2. Гематокринне число — кількість формених елементів крові, у відсотках від загального об'єму крові — 40-45%. Один з провідних клінічних показників крові, що відображає співвідношення між форменими елементами крові і рідкої її частиною

При збільшенні гематокриту збільшується в'язкість крові (у нормі при адаптації до високогір'я, при патології: зневоднення організму, при збільш. кількості еритроцитів)

3. **Відносна щільність крові** — 1050-1060 г/л, у тому числі: плазми — 1025-1034 г/л, еритроцитів — 1090 г/л. Залежить від кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та складу плазми
4. **В'язкість крові** — 4,5 - 5 умовних одиниць (у 5 разів вище води, у якій в'язкість дорівнює 1 умовних одиниці). Залежить від кількості формених елементів, кількості білка, кількості гемоглобіну, від газового складу крові.
У новонароджених в'язкість – до 8 одиниць
5. **pH крові** 7,35-7,47, тобто слаболужна. Зсув pH в кислий бік - ацидоз, у лужний – алкалоз

6. Осмотичний тиск - 6,6-7,6 атмосфер. Залежить від концентрації в плазмі крові молекул розчинених у ній речовин (60% осмот. тиску залежить від NaCl). Відіграє важливу роль в перерозподілі води між внутрішнім середовищем та клітинами.

7. Осмотична резистентність еритроцитів Мінімум - 0,5-0,4% NaCl, максимум - 0,34-0.32% NaCl.

8. Онкотичний тиск - 25-30 мм. рт. ст. Залежить від білків, в основному альбумінів. Основна роль - перерозподіл води між плазмою і тканинним середовищем. Зниження альбумінів призводить до втрати води плазмою і набряку тканин. Збільшення к-ті альбумінів призведе до затримки води в крові.

Склад плазми та фізико-хімічні властивості крові обов'язково враховують при створенні кровозамінників

ЕРИТРОЦИТИ

Кількість: у чоловіків - $4,5-5,0 \times 10^{12}/\text{л}$,
у жінок - $3,7-4,7 \times 10^{12}/\text{л}$
у новонароджених - до $7,0 \times 10^{12}/\text{л}$

Форма еритроцитів: дискоцит (76%), ехіноцит - на поверхні є зубчасті вирости у вигляді їжака, стомацит - куполоподібна форма.

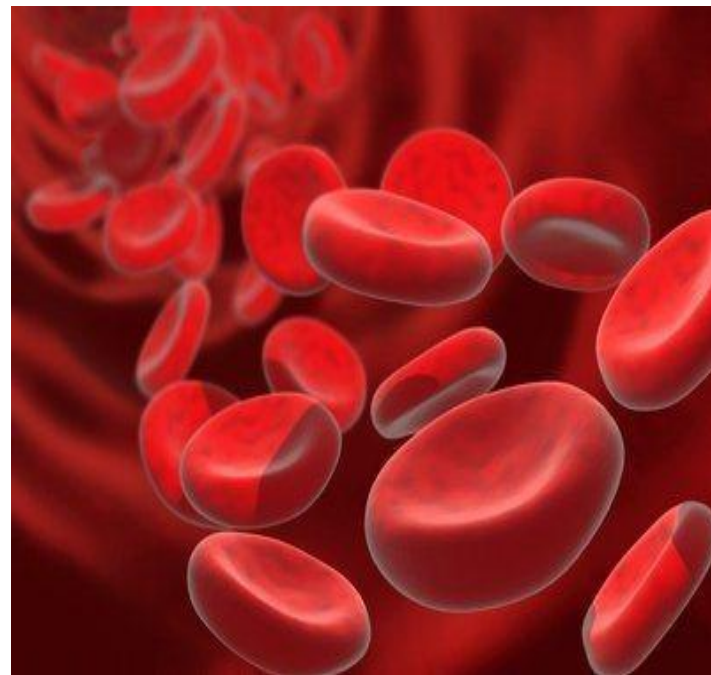
Розміри еритроцитів: 7,5-8,3 мкм, товщина - 2,1 мкм.
Різна форма еритроцитів – пойкилоцитоз, різна величина – анізоцитоз.

Еритроцитоз: фізіологічний (у новонароджених, у жителів гірських районів, при підйомі на висоту, міогенний у спортсменів).

- ❖ **Гемоліз**: механічний, хімічний, внутрішньосудинний
- ❖ **ШОЕ** - швидкість осідання еритроцитів
- ❖ у чоловіків 2-10 мм/год, у жінок 2 - 15 мм/год
- ❖ **Гемоглобін (Hb)** - у чоловіків-130-160г/л, у жінок 120-150 г/л, у новонароджених - до 200г/л
- ❖ **Зв'язок Hb з O₂** – оксигемоглобін, зв'язок Hb з CO₂ – карбгемоглобін;
- ❖ **Hb, який віддав O₂** – дезоксигемоглобін.
Патологічне з'єднання гемоглобіну з чадним газом - карбоксигемоглобін.
- ❖ **Кольоровий показник** - показує ступінь насичення еритроцитів гемоглобіном. В нормі: к.п - 0,8-1,0, тобто еритроцити нормохромні;
к.п.> 1,0 – гіперхромні еритроцити;
к.п.< 0,8 – гіпохромні еритроцити

Функції еритроцитів:

- 1. Дихальна.**
- 2. Транспортна**
(перенесення білків, жирів,
вуглеводів, вітамінів.
гормонів і т. д.)
- 3. Участь в обміні речовин.**
- 4. Буферні властивості**
крові (підтримання рН
крові).
- 5. Участь в обміні заліза.**
- 6. Участь в регуляції**
жовчоутворення.
- 7. Захисна (згортання**
крові, фібриноліз,
антитоксини).
- 8. Регуляція утворення**
еритроцитів



РЕГУЛЮВАННЯ ЕРИТРОПОЕЗУ

Виділяють 2 шляхи регуляції еритропоезу:

1. Специфічний шлях - за рахунок еритропоетинів (механізм дії: прискорюють і підсилюють перехід стовбурових клітин в ретикулоцити, прискорюють дозрівання нормобластів та ретикулоцитів). До гуморальним чинникам відносять: гемопоетини (інтерлейкіни, фактори росту, які утворюються в тромбоцитах, лімфоцитах, ендотелії)

2. Неспецифічний шлях регуляції еритропоезу:

- а) вегетативна нервова система;**
- б) мікроелементи, вітаміни і гормони**

Мікроелементи:

- ❖ **Залізо** - у добу потрібно 22 мг для еритропоезу. Якщо менше, то розвивається залізодефіцитна анемія. Депо заліза - печінка, селезінка. Утилізація заліза зр. під впливом вітаміну С
- ❖ **Мідь** - бере участь в мобілізації заліза з тканин. Бере участь в синтезі Hb. Знижений вміст міді-еритроцити дозрівають лише до стадії ретикулоцита
- ❖ **Фтор** - інгібітор еритропоезу. При надлишку в навколишньому середовищі, воді, продуктах харчування може розвиватися анемія

Вітаміни:

- **вітамін B12.** Для його всмоктування потрібен гастромукопротеїн (у шлунку). Якщо знижено надходження вітаміну, розвивається анемія.
- **вітамін B7** (фолієва кислота) – бере участь у синтезі Hb. Міститься в рослинних продуктах, печінці, яйцях.
- **вітамін B2** (рибофлавін) бере участь у засвоєнні заліза для синтезу Hb, стимулює перетворення B12 в активну форму.
- **вітамін B6** (піридоксин) - сприяє адсорбції B12 в кишечнику
- **вітамін C** сприяє резорбції заліза з кишечника і печінки.
- Регулює синтез Hb
- **вітаміни A і E** - впливають на функцію кровотворної тканини

У забезпеченні захисних механізмів організму беруть участь клітинні і гуморальні компоненти крові. Серед формених елементів крові ефективно захисну функцію виконують лейкоцити. Лейкоцити, або білі кров'яні тіลця містять ядро

Лейкоцитарна формула

Нейтрофіли (45-70%): юні палочкоядерні сегментоядерні (0-1%) (1-5%) (45-70%)			
Базофіли (0-1%)	Еозинофіли (1-5%)	Лімфоцити (18-40%)	Моноцити (2-10%)

Кількість лейкоцитів: $4,5-9 \times 10^9/\text{л}$

Збільшення кількості лейкоцитів - лейкоцитоз.

Фізіологічний лейкоцитоз: травний, при вагітності, при емоційній напрузі (стрес, страх, біль), при фізичному навантаженні, у новонароджених.

Патологічний лейкоцитоз: при всіх запальних, інфекційних захворюваннях, при онкозахворюваннях.

Лейкопенія - зменшення кількості лейкоцитів: при деяких інфекційних захворюваннях, при ураженні кісткового мозку, при прийомі деяких лікарських препаратів.

НЕЙТРОФІЛИ (45-70%)

Утворюються в кістковому мозку, гинуть в тканинах, живуть від 8 до 20 діб

Зміст:

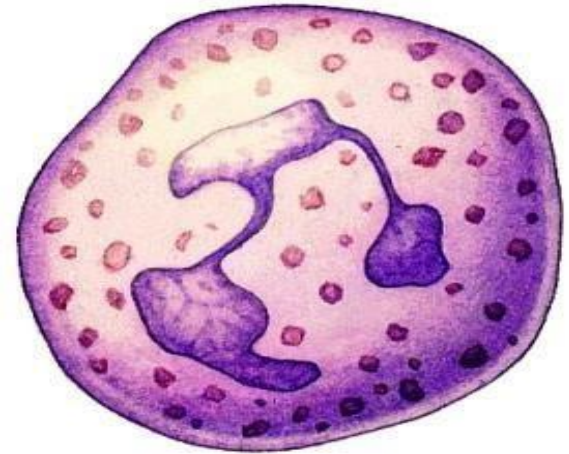
- **лізосомальні ферменти** (катепсини, нуклеази, еластази, колагенази, гіалуронідази, фосфоліпази А та В, кисла та лужна фосфатази);
- **ферменти фібринолітичної системи** (плазміноген);
- **кінінази, лізоцим, міелопероксидаза, супероксиддисмутаза;**
- **фагоцитини;**
- **лейкотрієни, які є похідними арахідонової кислоти і відносяться до класу простагландинів**

Функції нейтрофілів:

1. **фагоцитоз;**
2. **посилюють продукцію антитіл В-лімфоцитами , беруть участь у виробленні імунітету;**
3. **беруть участь у репарації тканин (за рахунок трифонів розмоктуються рубці);**
4. **беруть участь в процесі згортання крові (тромбопластин);**
5. **беруть участь в процесі фібринолізу (плазміноген);**

Збільшення к-сті нейтрофілів–
нейтрофільоз. Може бути при:
будь-якому запальному процесі;
інтоксикації (як екзогенній так і
ендогенній). При прийомі деяких
лікарських препаратів
(преднізолон, АКТГ)

Зменшення к-сті нейтрофілів–
нейтропенія. Може бути при :
інфекції, при рентген-
опроміненні, після прийому
цитостатиків, антибіотиків,
анестетиків, при високій
температурі організму, що
продовжується тривалий час



ЕОЗИНОФІЛИ (1-5%)

Утворюються в кістковому мозку, живуть від 4 до 12 днів. В крові знаходяться кілька годин, потім проникають в тканини, де і руйнуються.

Містять гранули, де знаходиться пероксидаза, фосфоліпаза Д, великий основний білок, який нейтралізує гепарин і викликає пошкодження личинок паразитів.

Функції:

- 1. Протигельмінтний імунітет або цитотоксичний ефект.**
- 2. Попередження проникнення антигену в судинне русло (пов'язано з тим, що еозинофіли тропні до тканин і вийшовши з капіляра вони зустрічають на шляху антигени і пов'язують їх)**

3. Зменшення реакції гіперчутливості негайного типу за рахунок факторів, які здатні інактивувати гепарин, гістамін, токсини, імунні комплекси.
4. Здатні фагоцитувати гранули, які виділяються базофілами.
5. Беруть участь в процесах згортання крові.

Збільшення к-сті

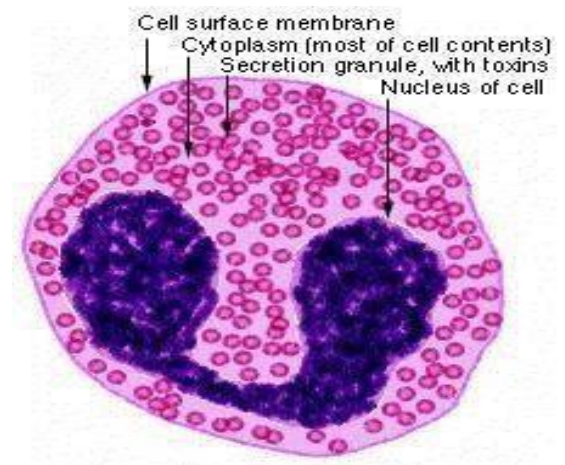
еозинофілів – еозинофілія:

- при алергічних захворюваннях;
- при глистяній інвазії;
- при інфекційних захворюваннях;
- скарлатина;

Зменшення к-сті

еозинофілів – еозинопенія :

- при рентген опроміненні,
- при ураженні червоного кісткового мозку.



БАЗОФІЛИ (0-5%)

Утворюються в червоному кістковому мозку, живуть до 12 годин.

Розрізняють 2 види базофілів :

1. **циркулюючі в периферичній крові** - гранулоцити базофіли;
2. **локалізовані в тканинах** – тканинні базофіли або гладкі клітини

Функції базофілів:

1. **Очищення середовища від біологічно активних речовин** шляхом їх поглинання
2. **Синтез і виділення БАР** - регуляторів фізіологічних процесів: гепарин, гістамін, гіалуронова кислота, серотонін, еозинофільний хемотоксичний фактор анафілаксії

При сенсibiliзації базофіли виділяють: повільно реагуюча субстанція анафілаксії, простагландини, фактор активації тромбоцитів, нейтрофільний хемотоксичний фактор анафілаксії. При їх локальному виділенні виникає запальна реакція, при виділенні в загальний кровотік виникає анафілактичний шок

3. Регуляція мікроциркуляції за рахунок виділення БАР

4. Регуляція проникності капілярів (за рахунок активації гістаміном і серотоніном і зменшення проникності за рахунок виділення гепарину)

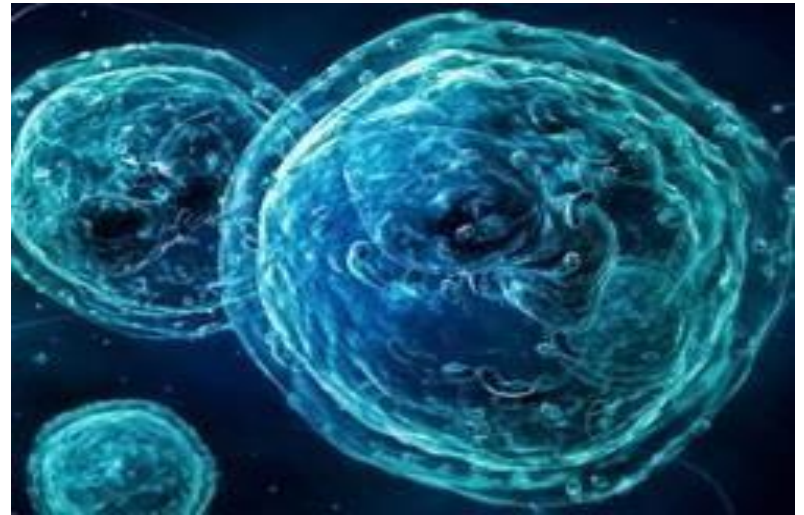
5. Активація процесів проліферації клітин тканин

6. Участь в механізмах імунних реакцій в тому числі і клітинного імунітету

- **Антагоністами базофілів є еозинофіли (за рахунок гістаміназ поглинання гранул з гістаміном) і макрофаги. У еозинофілах синтезується чинник, що блокує синтез гістаміну в базофілах**

**Збільшення к-сті
базофілів– базофілія:**

- при алергічних
- захворюваннях,
- - при вакцинації,
- у хворих на цукровий
- діабет,
- при стресі,
- у працівників рентген-кабінетів



МОНОЦИТИ (2-10%)

Розвиток моноцита зі стовбурової клітини кровотворної системи:

монобласт—промоноцит—моноцит

Моноцити мігрують в органи: печінка - 56,4%, легені - 14.9%, черевна порожнина - 7,6%, ін. органи - 21,1%

На мембрані моноцитів знаходяться рецептори, що дозволяють розпізнавати імуноглобуліни, фрагмент комплементу, медіатори лімфоцитів - лімфокіни

На мембрані розташовані антигени

В лізосомах містяться ферменти, що беруть участь в утворенні активних форм кисню (супероксидного аніону, пероксиду водню)

Функції:

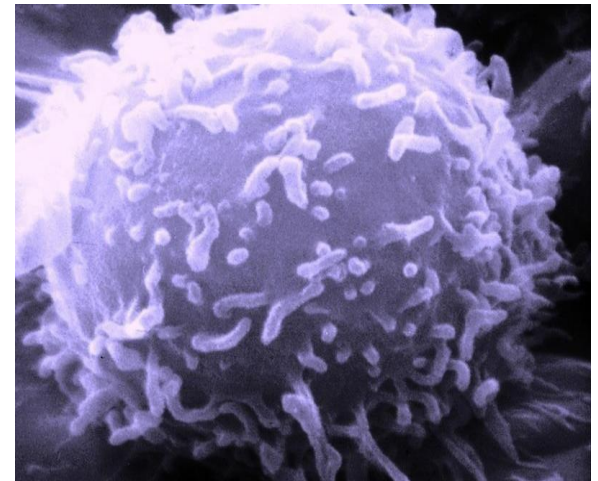
1. **Секреторна** (лізоцим, активні форми кисню, інтерферон, компоненти компліменту, інтерлейкін-1, простагландини та ін. білки регулятори).
2. **Фагоцитоз**. Два види: а) без участі антитіл і комплементу; б) з участю антитіл і комплементу.
3. **Цитотоксична функція** - пошкодження клітин-мішеней. За рахунок цієї функції здійснюється: протипухлинний протипаразитарний, протимікробний і противірусний імунітет.
4. **Участь у резорбції тканин** (відновлення матки після пологів, молочних залоз після лактації).
5. **Стимуляція проліферативних процесів**, зокрема проліферації гладком'язових клітин в судинах.

6. Продукція факторів, що підсилюють
гемокоагуляцію - тромбоксанів,
тромбопластину, факторів підсилюючих
фібриноліз - активаторів плазміногена.

7. Участь в регуляції вуглеводного обміну (за
рахунок поглинання інсуліну) і ліпідного обміну
(транспорт холестерину до тканин).

8. Участь в механізмах
специфічного імунітету

Макрофаг захоплює,
розщеплює
і переробляє антиген, презентує
антигенну
інформацію Т і В - лімфоцитам.
Крім того, виробляє
монокіни, які посилюють
або гальмують імунну відповідь



ЛІМФОЦИТИ (18-40%)

Дозрівають у кістковому мозку, в тимусі, лімфатичних вузлах, селезінці.

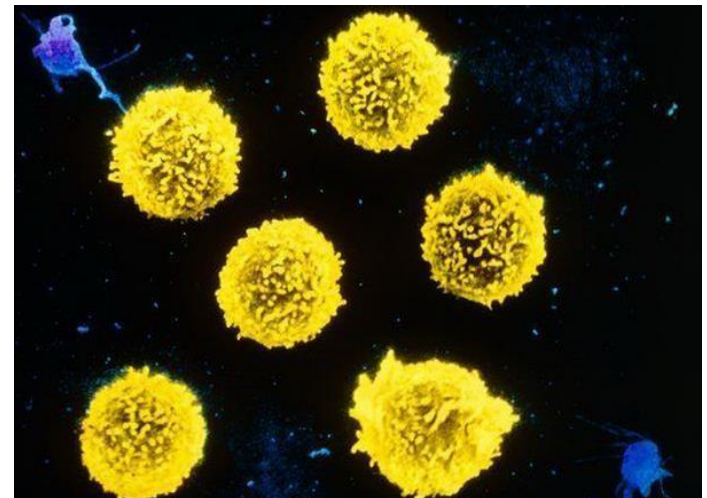
Відсотковий вміст лімфоцитів:

Т-лімфоцити - 40-70%, В-лімфоцити - 20-30%,

О - лімфоцити -10-20%

Всі лімфоцити в залежності від функцій поділяють на:

1. Клітини імунологічної пам'яті (клітини розпізнають чужорідний антиген і дають сигнал початку імунної відповіді).
2. Клітини – ефектори. Це цитотоксичні клітини, або клітини-кілери.
3. Клітини, які допомагають в утворенні ефекторів, або клітини-хелпери.
4. Клітини-супресори – гальмуючі початок і закінчення імунної реакції організму.
5. В - клітини, що виробляють імуноглобуліни.



Антигени (білки, полісахариди, ліпополісахариди, нуклеїнові кислоти).
На поверхні молекули антигену знаходяться антигенні детермінанти.

Схема вироблення антитіл: В-лімфоцит розпізнає детермінанту антигену. Одночасно Т-хелпер за рахунок своїх рецепторів розпізнає макрофаг, на якому знаходиться антиген.

Розпізнавши «чуже» Т-хелпер продукує інтерлейкін-II, який викликає перетворення В-лімфоцита в плазматичну клітину – безпосередній виробник антитіл проти пізнаного антигену.

Макрофаги у відповідь на дану взаємодію починають продукувати інтерлейкін-1, який активує вироблення В - лімфоцитів зі стовбурової клітини кровотворної системи.

Порушення цього процесу призводить до порушення вироблення антитіл.

АНТИТІЛА

Виконують в організмі 2 основні функції :

1. Розпізнавання і специфічне зв'язування відповідних антигенів;

2. Ефекторна: антитіло індукує фізіологічні процеси, спрямовані на знищення антигену, - лізис чужорідних клітин через активацію системи комплементу, стимуляцію спеціалізованих імунокомпетентних клітин, виділення фізіологічно активних речовин.

Всі антитіла поділяють на 5 класів :

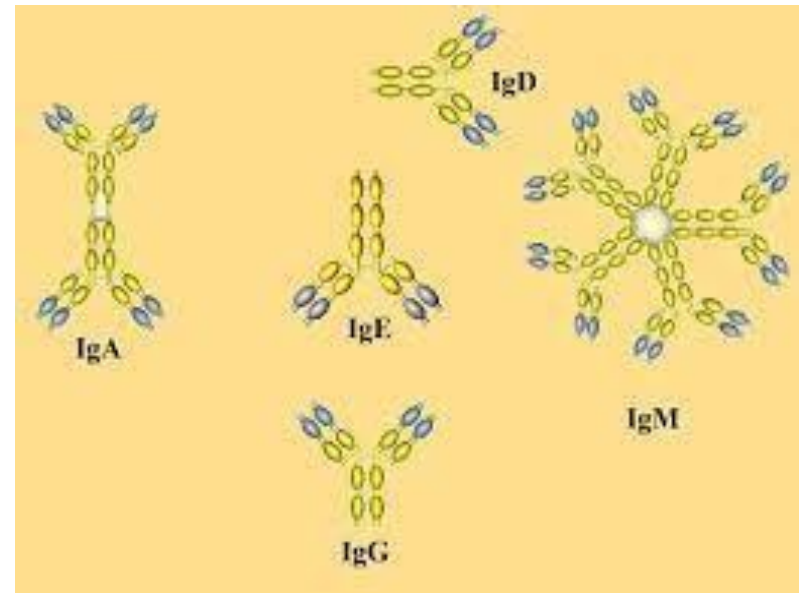
Імуноглобуліни IgG - містяться в сироватці, має дві ділянки для зв'язування антигену, преципітують (осаджують) розчинні у воді антигени, викликають аглютинацію антигенів, викликають їхній лізис, але за умови, що на антигені буде комплемент.

Імуноглобуліни IgM - містяться в сироватці і лімфі. Вони здатні преципітувати, аглютинувати і лізувати антигени. Володіють найбільшою здатністю до зв'язування комплементу.

Імуноглобуліни IgA - в сироватці і слизових оболонках. Під їх впливом активується комплемент.

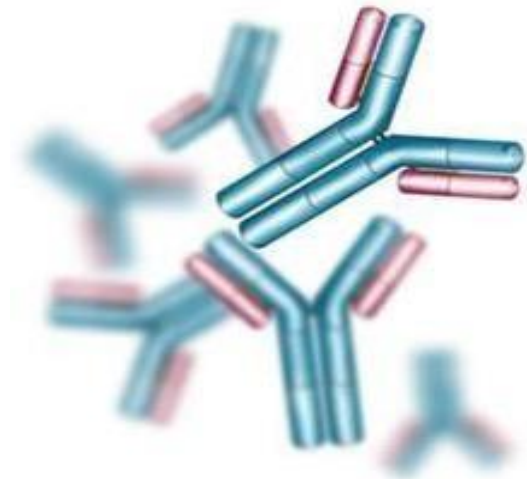
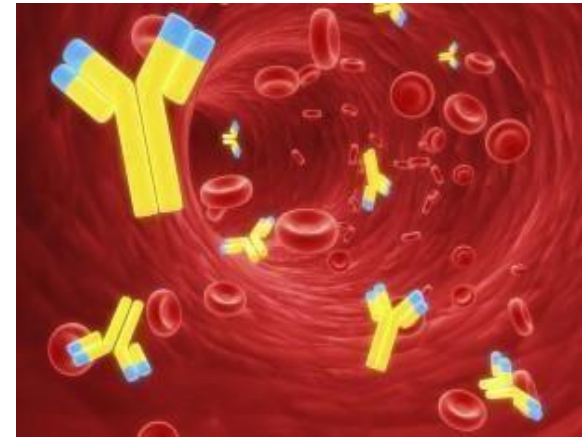
Імуноглобуліни IgD - знаходяться в сироватці, вони не здатні зв'язувати комплемент.

Імуноглобуліни IgE - знаходяться в сироватці, не зв'язують комплемент, беруть участь в алергічних реакціях.



Динаміка накопичення антитіл :

При первинній зустрічі антигену з В - лімфоцитом через кілька днів (близько 10) відбувається підвищення рівня імуноглобулінів М, які пов'язують введений антиген. Потім відбувається синтез специфічних антитіл (IgG). При вторинному надходженні антигену через добу відбувається синтез антитіл, які належать до класу IgG. Такий ефект обумовлений існуванням клітин-пам'яті.



***ДЯКУЮ ЗА
УВАГУ!***