

## Лекція 12. ТКАНИНИ ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. МОРФОЛОГІЯ ТА ФУНКЦІЇ КРОВІ

Тканини внутрішнього середовища — це велика група тканин, які разом з епітеліями належать до так званих загальних тканин. Тканинами внутрішнього середовища є кров, лімфа і сполучна тканина з усіма її різновидами. Незважаючи на те, що окремі різновиди тканин внутрішнього середовища за зовнішніми ознаками значно відрізняються між собою (наприклад, кров і кісткова тканина), є всі підстави для поєднання їх у єдиний тканинний тип, а саме: спільність походження, будови і функції.

Спільність походження цих тканин є найбільш витриманою ознакою і полягає в тому, що всі вони розвиваються з мезенхіми. Мезенхіма — найпримітивніша сполучна тканина, яка існує лише на ранніх стадіях ембріонального розвитку. За будовою мезенхіма нагадує сітку, тому що клітини її мають зірчасту або веретеноподібну форму і контактують одна з одною своїми відростками. У петлях сітчастого остова міститься драглиста маса — міжклітинна речовина, щільність якої коливається зі змінами обміну речовин. Із мезенхіми шляхом диференціації розвиваються кров, лімфа і всі види сполучної тканини.

Спільність будови цих тканин полягає у наявності міжклітинної речовини, яка у кількісному відношенні переважає над клітинами. Функції тканин внутрішнього середовища різноманітні, але їх звичайно поєднують під загальною назвою «опорно-трофічні тканини». Загалом вони виконують такі функції: трофічну, захисну, опорну (механічну). Функціональні особливості різних видів тканин внутрішнього середовища значною мірою залежать від фізико-хімічних властивостей міжклітинної речовини.

**Морфологія і функція крові. Кров (sanguis)** — це рідка тканина організму, що циркулює у системі замкнених трубок-судин. Кров становить 1/13 або 5...9 % маси тіла людини, що у дорослої людини дорівнює приблизно 5,0...5,5 л. Кров складається з рідкої частини — плазми, яка займає 55...60 % об'єму, і формених елементів, об'єм яких 40-45 %. Плазма — це міжклітинна речовина крові. До формених елементів крові належать еритроцити, лейкоцити та тромбоцити (кров'яні пластинки).

Кров виконує ряд життєво важливих функцій. Захисна функція крові полягає у забезпеченні гуморального і клітинного імунітету. Дихальна функція забезпечується шляхом переносу кисню та вуглекислоти. Суть трофічної функції — перенесення поживних речовин. За допомогою екскреторної функції виводяться шлаки. Гуморальна функція забезпечується шляхом транспорту гормонів та інших біологічно активних речовин. Гомеостатична функція полягає у підтриманні сталості внутрішнього середовища організму, в тому числі імунного гомеостазу.

**Плазма крові** — це колоїдний розчин, в'язкість якого в п'ять разів вища від в'язкості води. Плазма містить у собі 90...93 % води та 7...10 % сухого залишку. В останньому близько 7 % складають білки і 3 % — інші органічні та мінеральні речовини. Загальна концентрація мінеральних речовин у плазмі крові становить 0,9 %; рН плазми рівне 7,36.

До білків плазми належать: 1) альбуміни, які становлять близько 4 %; вони зв'язують та переносять з кров'ю цілий ряд речовин; 2) глобуліни становлять 1,1...3,1 %, поділяються на альфа-, бета- і гамма-глобуліни; в останній фракції містяться антитіла; 3) фібриноген, кількість якого 0,2...0,4 %, важливий тим, що завдяки його здатності переходити у нерозчинну форму — фібрин — здійснюється процес зсідання крові. Плазма, з якої видалений фібрин, називається сироваткою крові. Це жовтувата, прозора рідина, яка використовується для виготовлення багатьох лікарських препаратів.

**Формені елементи крові.** Еритроцити (рис. 2.1, рис. 2.2), або червонокривці, у ссавців і людини є нерухомими, високодиференційованими клітинами, які втратили в процесі розвитку ядро та всі цитоплазматичні органоїди і пристосовані до виконання практично єдиної функції — дихальної, яка здійснюється завдяки наявності в них дихального пігменту — гемоглобіну.

Загальна кількість еритроцитів у крові однієї людини становить близько  $25 \cdot 10^{12}$ . Загальний об'єм еритроцитів у людини 2 л. При аналізах крові вміст усіх формених

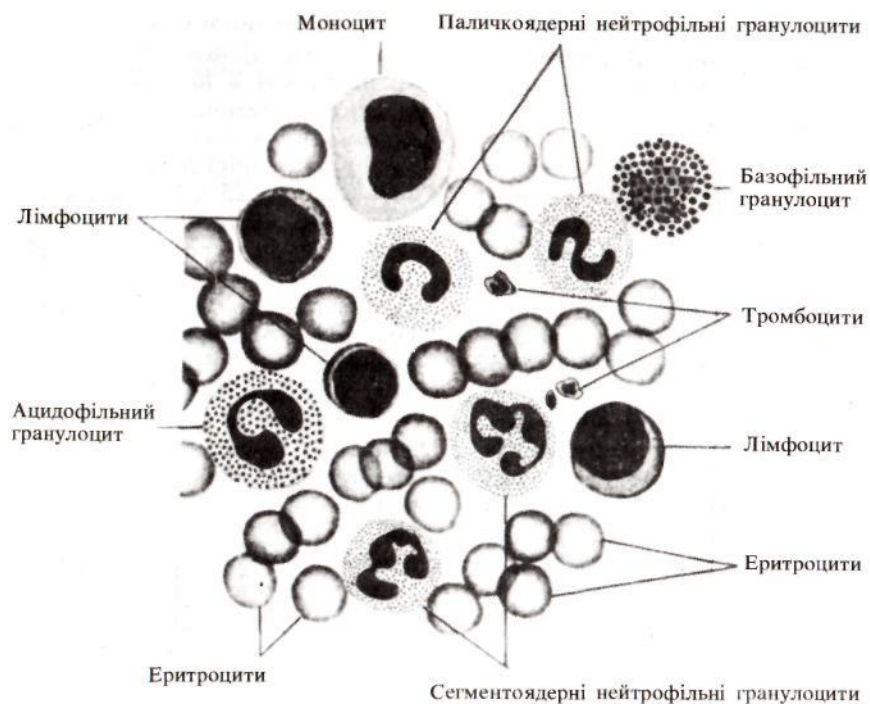


Рис. 1. Мазок крові людини x 900

елементів подається на одиницю об'єму – 1 л. Отже, кількість еритроцитів дорівнює у чоловіків від  $3,9 \cdot 10^{12}$  до  $5,5 \cdot 10^{12}$  в 1 л, у жінок – від  $3,7 \cdot 10^{12}$  до  $4,9 \cdot 10^{12}$  в 1 л. Більша концентрація еритроцитів спостерігається у крові новонароджених дітей – від  $6,0 \cdot 10^{12}$  до  $9,0 \cdot 10^{12}$  в 1 л, а також старих людей – до  $6,0 \cdot 10^{12}$  в 1 л. Число еритроцитів у здорових людей може коливатися залежно від фізичного навантаження, перебування в умовах розрідженої атмосфери, дії гормонів тощо. Зокрема, жіночі статеві

гормони гальмують розвиток еритроцитів, внаслідок чого вміст червонокривців у крові жінок менший, ніж у чоловіків. Підвищення кількості еритроцитів в одиниці об'єму крові позначається терміном «еритроцитоз», або «поліцитемія», а зниження — терміном «еритроцитопенія».

Еритроцити у людини і ссавців здебільшого мають форму двовгнутих дисків. їх називають дискоцитами. У нормі дискоцити становлять 80 % від загальної кількості еритроцитів. Трапляються й інші форми еритроцитів — планоцити (мають плоску поверхню), сфероцити (кулясті), ехіноцити (мають шипи) тощо. Така різноманітність форм у нормі позначається терміном «фізіологічний пойкилоцитоз» (від грецького «пойкілос» — різноманітний, «цитос» — клітина). Коли ж кількість змінених форм еритроцитів перевищує 20 %, то мова йде про патологічний пойкилоцитоз. Форму еритроцитів підтримують бета-сіалоглікопротеїн в еритроцитарній мембрані та спеціальний каркас, побудований з білка спектрину, який зсередини прилягає до плазмолемі і пов'язаний з нею другим білком — анкеріном.

Діаметр еритроцита у людини 7,1...7,9 мкм, товщина клітини на краях 2,0...2,5 мкм, у центрі — до 1 мкм. Заглибина еритроцита у тонкій центральній частині має назву фізіологічної екскавації. Така форма клітини забезпечує збільшення її поверхні і прискорює насичення гемоглобіну киснем. В умовах норми 75 % усіх еритроцитів мають вищевказані розміри. Це так звані н о р м о ц и т и. Частина клітин має діаметр понад 8,0 мкм. Це макроцити, їх кількість — 12,5 %. Решта еритроцитів може мати діаметр 6 мкм і менше. Це мікроцити. Якщо кількість макро- і мікроцитів перевищує 25 %, це явище носить назву а н і з о ц и т о з у.

Під світловим мікроскопом у мазках крові еритроцити мають вигляд безструктурних округлих дисків, забарвлюються оксифільно. Оксифілія зумовлена наявністю гемоглобіну. Центральна (тонка) частина еритроцита забарвлюється менш інтенсивно. Електронна мікроскопія свідчить, що еритроцит вкритий плазмолемою товщиною близько 20 нм. На її зовнішній поверхні розташовані антигенні олігосахариди, які зумовлюють групову належність еритроцитів, фосфоліпіди, сіалова кислота. В середині еритроцита розташований електронно-щільний вміст — численні гранули гемоглобіну розмірами 4...5 нм.

За хімічним складом еритроцити мають 60 % води і 40 % сухого залишку. 95 % сухого залишку становить гемоглобін і лише 5% - інші речовини.

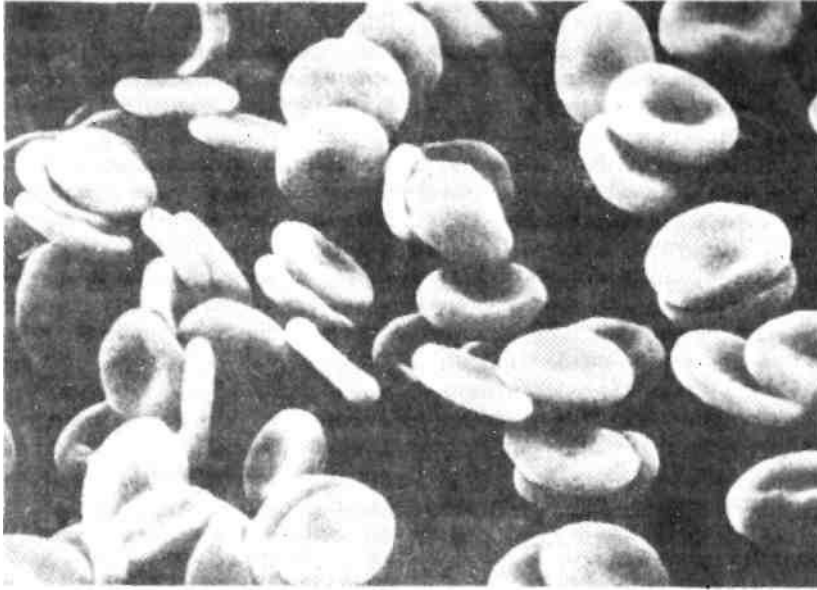


Рис. 2. Електронна мікрофотографія еритроцитів, отримана за допомогою скануючого електронного мікроскопа. X 3000 (за [1]).

Гемоглобін становить одну третину загальної маси еритроцита. У крові дорослої людини міститься близько 600 г гемоглобіну, тобто в 100 г крові — 15 г гемоглобіну. Гемоглобін — це складний білок, побудований з білкової частини — глобіну та небілкової групи — гему, що містить залізо. Гемоглобін є пігментом, який надає крові червоного кольору. Він здатний легко приєднувати кисень,

утворюючи в легенях нестійку сполуку — оксигемоглобін, який легко розпадається і віддає кисень тканинам. Частково гемоглобін зв'язується з вуглекислотою, утворюючи карбгемоглобін, але більша частина вуглекислоти переноситься плазмою крові. Гемоглобін також легко утворює сполуку з чадним газом (CO), яка має назву карбоксигемоглобін. Спорідненість гемоглобіну до чадного газу в 300 разів більша, ніж до кисню, тому в атмосфері зі значним вмістом чадного газу гемоглобін стає заблокованим, недоступним для кисню, і організм у таких випадках гине від задухи (нестачі кисню).

У людини є два типи гемоглобінів — **HbA**, який є характерним для дорослих, і **HbF**, характерний для ембріона. У дорослого **HbA** становить 98 % і лише 2 % становить **HbF**. У крові новонародженої дитини міститься 80 % **HbF** і лише 20 % **HbA**. Ряд захворювань крові (так звані гемоглобінози, або гемоглобінопатії) супроводжуються появою в крові інших типів гемоглобінів. Еритроцитам властива висока еластичність і пружність, завдяки чому вони здатні проходити судинами меншого діаметру, ніж вони самі. При цьому еритроцити можуть витягуватися у довжину до 20 разів і вигинатися.

Середній термін життя еритроцитів людини — 120 днів. Беручи до уваги загальне число еритроцитів у організмі та середню тривалість їхнього життя, можна підрахувати, що протягом доби руйнується 200 млн еритроцитів і стільки ж утворюється їм на зміну. У крові, таким чином, можна знайти різні за віком еритроцити: молоді, функціонально зрілі і старіючі. Молоді форми еритроцитів мають назву ретикулоцитів. Вони не повністю насичені гемоглобіном, їм властива поліхроматофілія. У своїй цитоплазмі ретикулоцити містять сітчасту структуру (звідси походить назва цих клітин), яку можна виявити прижиттєвим забарвленням мазка крові барвником діамант-крезиловим синім. Електронно-мікроскопічно доведено, що сітчаста структура в цитоплазмі ретикулоцита — це залишки гранулярної ендоплазматичної сітки, на якій продовжується синтез гемоглобіну, а також мітохондрій. У нормі кількість ретикулоцитів становить 1...5 % від загального числа еритроцитів. Збільшення їх кількості є діагностичною ознакою посиленого кровотворення.

**Лейкоцити**, або білокрівці (див. рис. 2.1) — це клітини крові, які на відміну від еритроцитів мають ядро і всі цитоплазматичні органели, не мають пігменту, здатні до виходу із судин і активного пересування шляхом утворення псевдоподій; виконують захисну функцію; свої основні функції реалізують поза судинами. У дорослої людини вил крові міститься від  $4,0 \cdot 10^9$  до  $9,0 \cdot 10^9$  лейкоцитів. Збільшення кількості лейкоцитів

позначають терміном «лейкоцитоз», а зменшення — терміном «лейкопенія».

Усі лейкоцити залежно від наявності чи відсутності специфічної зернистості в їхній цитоплазмі поділяють на гранулоцити, які її мають, та агранулоцити, які не містять специфічної зернистості. Залежно від забарвлення зернистості гістологічними барвниками гранулоцити поділяють на три групи: нейтрофільні, ацидофільні та базофільні. Серед нейтрофільних гранулоцитів (залежно від форми ядра) визначають юні, паличкоядерні та сегментоядерні. Агранулоцити поділяють на лімфоцити і моноцити.

**Гранулоцити.** Нейтрофільні гранулоцити (рис. 2.3, див. рис. 2.1), становлять 65...70 % від загальної кількості лейкоцитів. Діаметр клітини в свіжій краплі крові становить 7...9 мкм, в мазку — 10...12 мкм. Цитоплазма забарвлюється слабо оксифільно. Зернистість дрібна, її погано видно як на свіжих, так і на фіксованих забарвлених препаратах. При забарвленні за

Специфічна зернистість

Перемички між сегментами ядра

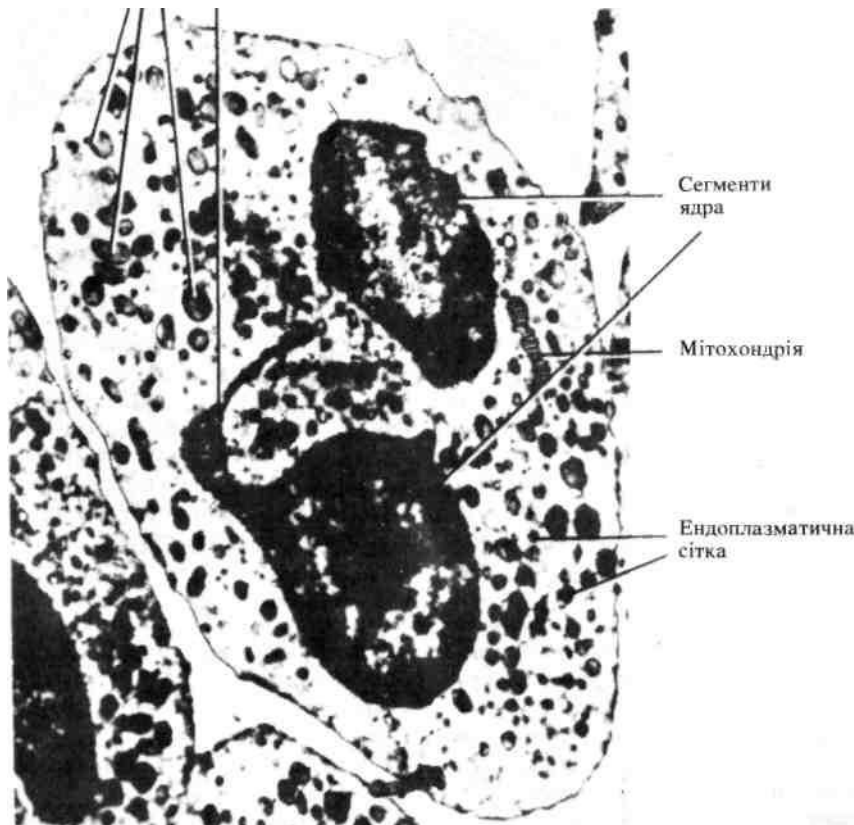


Рис. 3. Сегментоядерний нейтрофільний гранулоцит. x 12 000 (за [8]).

методом Романовського—Гімзи зернистість набуває рожево-фіолетового кольору. Розміри гранул 0,2 – 0,5 мкм. Гранули нейтрофілів поділяються на первинні (азурофільні) і вторинні (нейтрофільні, специфічні). Первинні гранули — це лізосоми. Вони містять різноманітні гідролази, мієлопероксидазу, а також білки з бактерицидними властивостями, зокрема лізоцим. Вторинні гранули — це так звана специфічна зернистість, її вміст 80...90 % від усієї зернистості в зрілих нейтрофілах. Для її хімічного складу характерна наявність лужної фосфатази, основних катіонних білків, фагоцитинів, лізоциму; тут відсутні лізосомальні ферменти і пероксидаза.

У цитоплазмі

нейтрофілів слабо розвинені органели: є небагато мітохондрій, невеликий комплекс Гольджі, іноді зустрічаються елементи ендоплазматичної сітки, і характерна наявність включень — глікогену, ліпідів. Таким чином, нейтрофіли містять повний набір речовин, за допомогою яких вони руйнують фагоцитовані мікроорганізми. Нейтрофільні гранулоцити мають здатність активно рухатися, пересуватися в тканинах до вогнища запалення і фагоцитувати мікроорганізми та інші дрібні частинки. І.І. Мечніков назвав їх мікрофагами.

Як уже згадувалось вище, за формою ядра (відповідно до віку клітини) визначають три види нейтрофілів. Юні нейтрофіли є наймолодшими формами, ядро в них має форму боба. Їх кількість невелика і становить 0...0,5 %. Паличко-ядерні нейтрофіли мають ядро у вигляді зігнутої палички, яка нагадує літеру S. Їх вміст — 1...6 %. Сегментоядерні нейтрофіли є зрілими формами. Їхнє ядро складається з кількох сегментів, з'єднаних тонкими нитками хроматину. Кількість сегментів від двох до п'яти, частіше три-чотири, ядерний хроматин фарбується за методом Д.Л.Романовського у

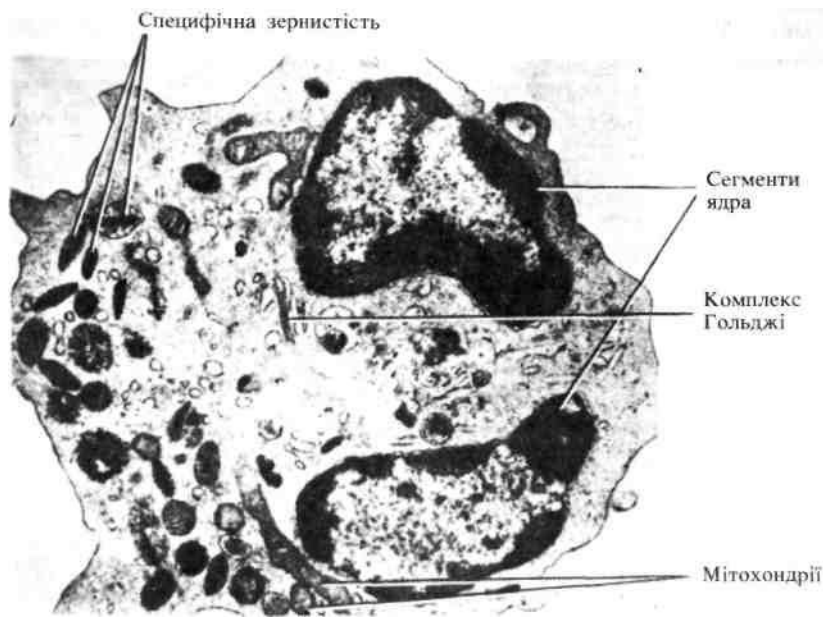


Рис. 4. Електронна мікрофотографія еозинофільного гранулоцита. x 10 000 (за [25]).

становлять 0,5...5 % від загальної кількості лейкоцитів. Діаметр клітини у свіжій краплі крові 9...10 мкм, у мазку – 12...14 мкм, тобто вони за розмірами більші, ніж нейтрофіли. Цитоплазма забарвлюється слабо базофільно. Специфічна зернистість великих розмірів (0,7...1,5 мкм), її добре видно. На свіжих препаратах вона блискуча, тому що добре заломлює світло. На препаратах, забарвлених за методом Д.Л.Романовського, специфічна зернистість ацидофілів яскраво-рожевого кольору. Оксифілія гранул зумовлена наявністю основного білка, багатого на аргінін. Електронна мікроскопія виявляє у специфічних гранулах еозинофілів кристалоїдні структури пластинчастої будови, які занурені у дрібнозернистий аморфний матрикс. Серед складників специфічних гранул ацидофілів переважають гідролази та пероксидази, тому ці гранули вважають різновидом, лізосом або пероксисом. Крім того, гранули еозинофілів містять фермент гістаміназу, а лізоцим і фагоцитин у них відсутні. Органели цитоплазми розвинені слабо.

Еозинофіли у червоному кістковому мозку проходять ті ж стадії розвитку, що й нейтрофіли, тобто існують юні, паличкоядерні та сегментоядерні еозинофіли. Але, оскільки вміст цих клітин у крові невеликий, юні і паличкоядерні форми еозинофілів трапляються дуже рідко і при обчисленнях не враховуються. Ядро в сегментоядерних ацидофілах найчастіше складається з двох, рідше з трьох сегментів. Сегменти більші, ніж у нейтрофілів. Структура ядра ніжніша, сегменти більш правильної форми. Еозинофільні лейкоцити рухомі, здатні до фагоцитозу, однак їхня фагоцитарна активність нижча, ніж у нейтрофілів. Вони беруть участь у захисних реакціях організму на сторонній білок, в алергічних та анафілактичних реакціях. Завдяки наявності ферменту гістамінази, еозинофіли здатні до інактивації гістаміну. Крім того, вони можуть накопичувати цю речовину, фагоцитуючи гранули, що містять гістамін, а також адсорбувати його на цито-лемі, що містить рецептори до гістаміну.

Кількість еозинофілів зростає при алергічних захворюваннях, деяких інфекціях, гельмінтозах. Еозинофіли перебувають у крові 3...8 год, після чого мігрують у сполучну тканину органів, де функціонують.

**Базофільні гранулоцити**, або базофіли становлять 0,3-1 % від загальної кількості лейкоцитів. Діаметр їх у краплі крові 9 мкм, на мазках – 11-12 мкм. Цитоплазма забарвлюється слабо оксифільно. Специфічна зернистість забарвлюється за Д.Л.Романовським інтенсивно базофільно, метакроматично в пурпурно-фіолетовий колір, добре розчиняється у воді. Розміри гранул 0,5...1,2 мкм. Метакромазія гранул зумовлена

темно-фіолетовий колір. У нейтрофілах жінок є коло ядерні сателіти – невеликі скупчення статевого хроматину; здебільшого вони мають форму барабанних паличок.

Співвідношення трьох видів нейтрофілів має певне діагностичне значення і використовується в клініці. Наприклад, зростання кількості юних і паличко-ядерних форм у сполученні з лейкоцитозом свідчить про наявність в організмі вогнища запалення.

**Еозинофільні (ацидофільні) гранулоцити** (рис. 4, див. рис. 1),

наявністю в них кислого глікозаміноглікану гепарину. Крім того, в гранулах містяться гістамін, серотонін, пероксидаза, кисла фосфатаза, а також фермент синтезу гістаміну — гістидиндекарбоксилаза. Ядро базофілів не має певної форми (сегментоване, бобовидне, рідше сферичне та інші), розташоване в центрі клітини, порівняно бідне гетерохроматином. Ядро забарвлюється менш інтенсивно, ніж зернистість, внаслідок чого остання прикриває ядро, маскує його.

**Базофіли** — малорухомі клітини, майже не здатні до фагоцитозу, їхня функція полягає у метаболізмі гістаміну та гепарину. Гепарин є нативним антикоагулянтном, тому базофіли беруть участь у регуляції процесу зсідання крові. Гістамін зумовлює різке розширення судин, появу набряків тощо. Такі явища виникають при дегрануляції базофілів, які, таким чином, беруть участь в алергічних реакціях.

**Агранулоцити. Лімфоцити** (рис. 5, див. рис. 1) у крові дорослих становлять 19...38 % від загальної кількості лейкоцитів. Залежно від розмірів на рівні світлової мікроскопії розрізняють три види лімфоцитів: малі мають діаметр 4,5...7 мкм і становлять за кількістю 2/3 від усіх лімфоцитів крові; середні мають діаметр 7...10 мкм і становлять 1/3 усіх лімфоцитів; великі, діаметром понад 10 мкм, у крові дорослих не трапляються, їх можна знайти лише в лімфі грудної протоки. Малі лімфоцити мають велике кулясте ядро, яке займає майже всю клітину, розташоване у центрі або ексцентрично. В ядрі багато гетерохроматину, великі грудочки його розташовані компактно. Цитоплазма забарвлюється базофільно (за Д.Л.Романовським у голубий колір) і оточує ядро у вигляді вузької облямівки або півмісяця. У цитоплазмі є світла перинуклеарна зона. Середні і великі лімфоцити мають більшу кількість цитоплазми, їхні ядра містять нижнішу хроматинову структуру.

За даними електронної мікроскопії серед лімфоцитів розрізняють чотири типи клітин. 1) Малі світлі лімфоцити. їх найбільше — 70...75 %. Вони мають світлу цитоплазму з

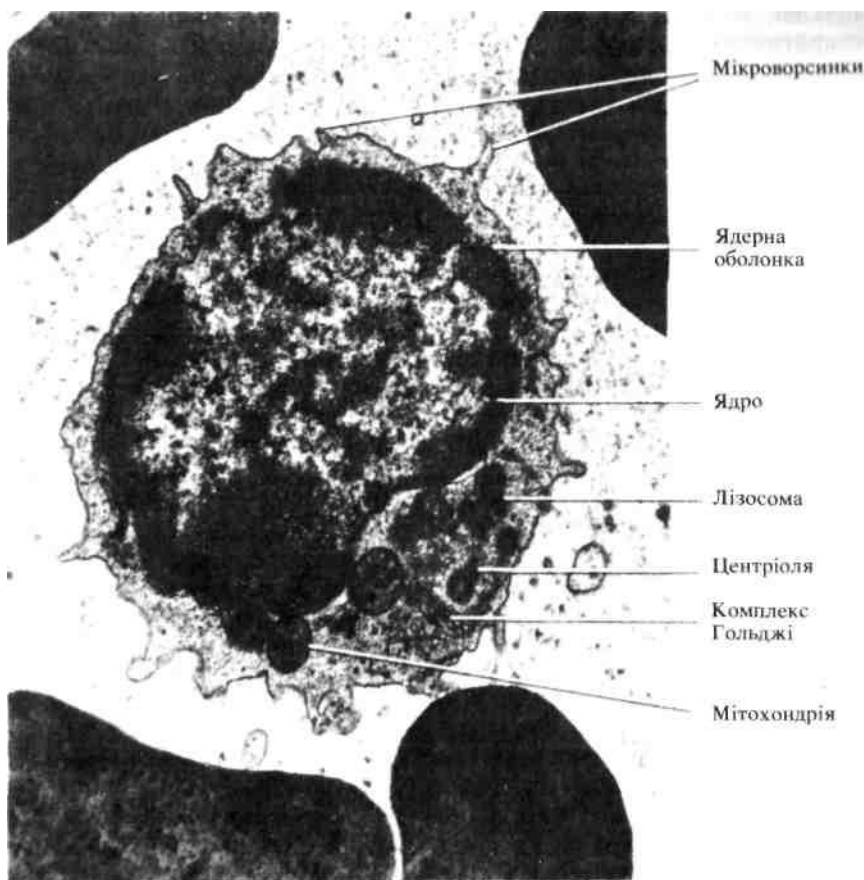


Рис. 5. Електронна мікрофотографія лімфоцита кісткового мозку білого щура. х 9000 (препарат В. І. Ковалишина).

невеликою кількістю вільних рибосом, містять також усі інші органи. 2) Малі темні лімфоцити. їх 12...13 %. Вони мають темну електронно-щільну цитоплазму, багато вільних рибосом, незначну кількість мітохондрій і дуже рідко містять інші органи. 3) Середні лімфоцити. їх 10...12 %. Хроматин пухкий, добре видно ядрце. У цитоплазмі містяться практично всі органи. 4) Плазмоцити, або лімфоплазмоцити. Вони становлять 1...2 %. Характерна їхня ознака — концентрично розташовані навколо ядра каналці ендоплазматичної



сітки.

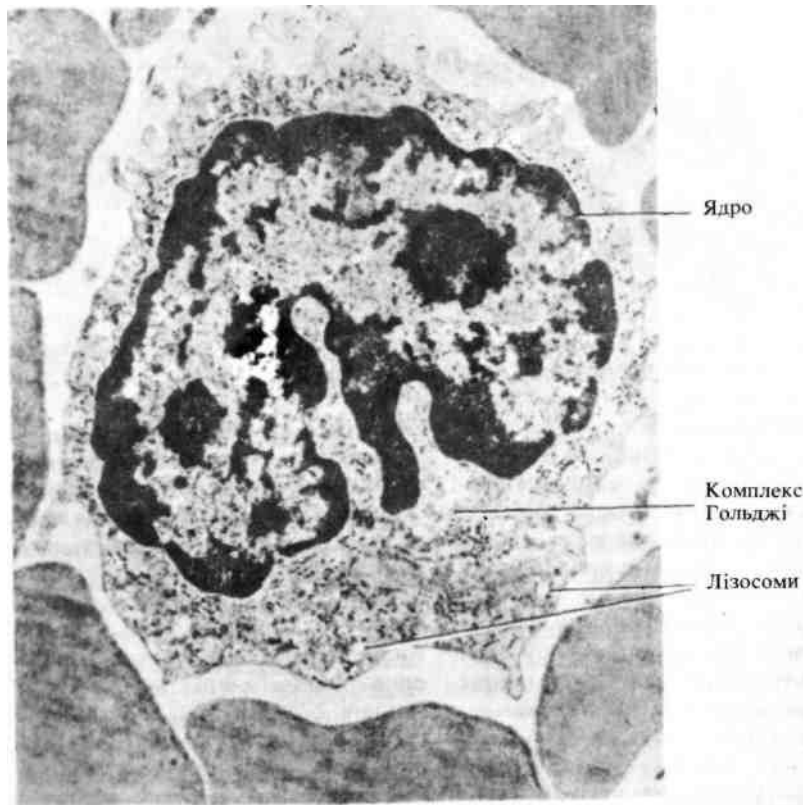


Рис..6. Електронна мікрофотографія моноцита. x 10000 (за [25])

За походженням (розвитком) та імунними функціями лімфоцити поділяють на два основних різновиди — Т- і В-лімфоцити. Т-лімфоцити, або тимус-залежні лімфоцити, утворюються в тимусі, забезпечують реакції клітинного імунітету і регуляцію гуморального імунітету. Це лімфоцити-довгожителі, можуть жити кілька (навіть кілька десятків) років. Вони становлять 80 % усіх лімфоцитів периферійної крові. Серед популяції Т-лімфоцитів розрізняють кілька субпопуляцій: Т-кілери, або клітини-вбивці, специфічний цитоксичний ефект яких забезпечує протипухлинний і трансплантаційний імунітет;

Т-хелпери (помічники) мають здатність специфічно розпізнавати антиген і посилювати утворення антитіл В-лімфоцитами; Т-супресори пригнічують здатність В-лімфоцитів до продукції антитіл; Т-клітини пам'яті — лімфоцити, що довгий час зберігають інформацію про антиген. Дія Т-лімфоцитів на В-лімфоцити здійснюється за допомогою спеціальних розчинних речовин лімфокинів, які продукуються ними при дії антигенів.

В-лімфоцити, або бурсазалежні, утворюються у птахів у фабрицієвій сумці, а у людини — в червоному кістковому мозкові, а також, можливо, у лімфатичних фолікулах шлунково-кишкового тракту. В-лімфоцити забезпечують гуморальний імунітет. Вони живуть недовго (тижні, місяці) і становлять близько 20 % усіх лімфоцитів крові. В-лімфоцити здатні перетворюватися в ефекторні клітини — плазмоцити, які продукують захисні білки-імуноглобуліни (антитіла).

Чітких морфологічних відмінностей між Т- і В-лімфоцитами не знайдено. Електронно-мікроскопічні дані свідчать, що у В-лімфоцитах краще розвинена гранулярна ендоплазматична сітка, а у Т-лімфоцитах багато лізосом. Т-лімфоцити та їхні ядра менші за розмірами і в ядрах більше гетерохроматину. Т-лімфоцити містять кислу фосфатазу, а В-лімфоцити – лужну фосфатазу.

Виявляють Т- і В-лімфоцити та їхні субпопуляції імунологічними методами, більшість яких базується на специфічності будови мембран цих клітин. В-лімфоцити на своїй мембрані містять поверхневі імуноглобуліни, які виконують роль рецепторів для антигенів, Fc-рецептор та ряд інших специфічних рецепторів та антигенів. Специфіка мембрани Т-лімфоцита зумовлена наявністю так званого тета-антигену, рецепторів для деяких клітин (наприклад, E-рецептор для еритроцитів барана, що забезпечує реакцію розеткоутворення), Fc-рецептора для зв'язування імунних комплексів та інші.

**Моноцити** (рис. 2.6, див. рис. 2.1), становлять 3...11 % від загальної кількості лейкоцитів. За діаметром ці клітини найбільші серед білокрівців, особливо на мазках, внаслідок сильного розпластування їх на склі (18...20 мкм). У краплі свіжої крові їхні розміри значно

менші (10...12 мкм). Цитоплазма забарвлюється базофільно, але не так яскраво, як у лімфоцита, а має димчасто-сірий відтінок, містить дрібну неспецифічну азуро-фільну зернистість (лізосоми). У цитоплазмі знаходяться всі органели, численні лізосоми. Ядро

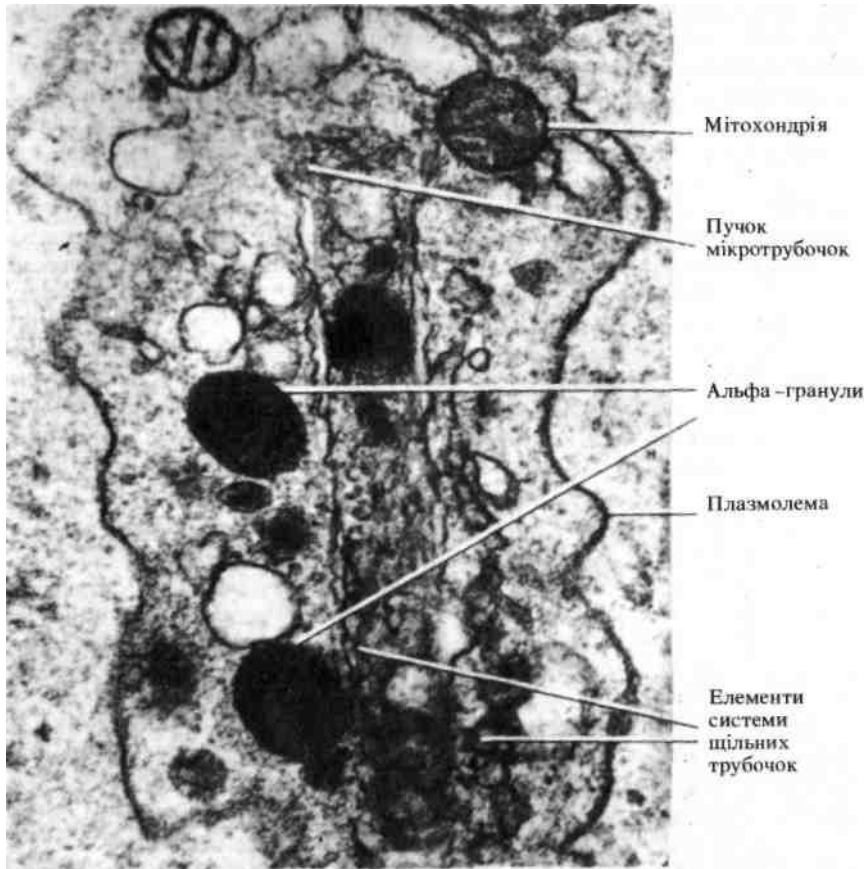


Рис..7. Електронна мікрофотографія тромбоцита кісткового мозку білого щура. X 51 400 (препарат В.І.Ковалишина).

найчастіше бобовидне, але може бути й іншої форми (у вигляді вісімки тощо). Дрібні зерна гетерохроматину розсіяні на всьому ядрі. Моноцити рухомі, здатні до фагоцитозу і піноцитозу. їхня здатність до адгезії зумовлена фагоцитарною активністю. Моноцити перебувають у крові недовго — від 36 до 104. год, після чого виходять із судин і в тканинах перетворюються на тканинні макрофаги, які є кінцевою стадією диференціації цих клітин крові. Моноцити, таким чином, належать до макрофагічної системи організму.

**Тромбоцити**, або кров'яні пластинки (рис. 7, див. рис. 1) — це фрагменти цитоплазми гігантських клітин

кісткового мозку — мегакаріоцитів. Мегакаріоцити мають розміри до кількох десятків мікрометрів, а розміри тромбоцитів — 2...3 мкм, тому кажуть, що гіганти кісткового мозку народжують карликів крові. Кількість тромбоцитів  $200...300 \cdot 10^9$  на 1л крові. Підрахувати ці формені елементи важко через здатність їх склеюватися у конгломерати. Підвищення вмісту тромбоцитів у периферійній крові позначається терміном «тромбоцитоз» і спостерігається при великих травмах, лейкозах. Зниження кількості тромбоцитів — тромбоцитопенія — може супро-ноджувати різні форми патології.

Кожна пластинка складається з гіаломера що є основою пластинки і забарвлюється слабооксифільно, та грануломера (або хромомера), який має вигляд базофільних (азурофільних) зерняток у центрі пластинки. Грануломер не містить у собі ДНК.

Зовні кров'яні пластинки оточені плазмолемою. У гіаломері міститься крайовий пучок мікротрубочок, який допомагає тромбоциту підтримувати форму. Тут також містяться актиноні та міозинові мікрофіламенти.

У складі грануломера електронна мікроскопія виявила два типи гранул: щільні, темні альфа-гранули, хімічний склад яких недостатньо вивчений, і серотонінові гранули. У грануломері є також зерна глікогену і мітохондрії. Кров'яні пластинки мають відростки різних розмірів і товщини (так звані вусики). Цими відростками пластинки зчеплюються одна з одною, утворюючи ніби каркас. Цей процес відбувається при зсіданні крові. При порушенні процесу зсідання; крові «вусиків» у пластинках не знаходять.

Функція тромбоцитів — участь у процесах зсідання крові. Тромбоцити містять фермент тромбопластин, який бере участь у перетворенні фібриногену в фібрин. Крім того,



пластинки швидко розпадаються, склеюються у конгломерати, навколо яких виникають нитки фібрину. Це сприяє утворенню тромбу, що закриває пошкоджену судину. Фактор ретракції згустка у гіаломері сприяє його ущільненню. Тромбоцити також виділяють речовини, що викликають звуження судини при її пошкодженні та зменшення проникливості судинної стінки.

**Гемограма. Лейкоцитарна формула.** У крові здорової людини формені елементи знаходяться в певних кількісних співвідношеннях, що називають гемограмою (табл. 1). Процентні співвідношення різних видів лейкоцитів у мазку периферійної крові становлять лейкоцитарну формулу (табл. 2).

Таблиця 1

### ГЕМОГРАМА

Найменування характеристики	Значення
Гематокрит (співвідношення формені елементи - плазма)	45:55
Кількість еритроцитів	$4-5 \times 10^{12}$ в 1 л
Кількість ретикулоцитів	2-10 На 1 тис. еритроцитів
Кількість лейкоцитів	$4-9 \cdot 10^9$ в 1 л
Кількість тромбоцитів	$180-320 \cdot 10^9$ в 1 л
Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)	6-12 мм/год
Гемоглобін	130-160 г/л

Таблиця 2

### ЛЕЙКОЦИТАРНА ФОРМУЛА

Гранулоцити, %					Агранулоцити, %	
базофільні	ацидофільні	нейтрофільні			лімфоцити	моноцити
		юні	паличкоядерні	сегментоядерні		
0—1	0,5—5-	0,5—1	1—6	47—72	19—37	3—11

Гемограма та лейкоцитарна формула можуть змінюватися при різних захворюваннях. Ці зміни використовуються у медицині для діагностики відповідних хвороб.

**Вікові зміни крові.** Кількість еритроцитів у новонароджених дітей більша, ніж у дорослих і дорівнює від  $6,0 \cdot 10^{12}$  до  $9,0 \cdot 10^{12}$  в 1 л. Кількість лейкоцитів при народженні дитини також більша і сягає  $10 \dots 30 \cdot 10^9$  в 1 л. Відрізняється від дорослих також дитяча лейкоцитарна формула, яка змінюється протягом перших 14-15 років життя дитини. Ці зміни торкаються співвідношення нейтрофілів і лімфоцитів. При народженні дитини процентний вміст згаданих лейкоцитів такий самий, як і у дорослої людини, тобто біла кров має нейтрофільний профіль (нейтрофілів більше, ніж лімфоцитів). Далі кількість нейтрофілів починає знижуватися, а лімфоцитів — рости і на четверту-п'яту добу постнатального періоду процент нейтрофілів і лімфоцитів стає однаковим (приблизно по 45 %). Процес зниження кількості нейтрофілів і росту числа лімфоцитів триває один-два роки, коли стабілізується так звана дитяча лейкоцитарна формула, яка має лімфоцитарний профіль (65 % лімфоцитів і 25 % нейтрофілів). У наступний період кількість лімфоцитів починає знижуватися, а нейтрофілів — рости, що знову веде до зрівнювання їхнього процентного співвідношення на четвертому-п'ятому році життя дитини. Процес зниження числа лімфоцитів і наростання нейтрофілів продовжується до 14-15 років, коли лейкоцитарна формула стає такою як у дорослого.

Якщо описані зміни формули зобразити графічно, то дві криві, якими позначено процентний вміст нейтрофілів і лімфоцитів перетнуться двічі — на четверту-п'яту добу та на четвертому-п'я-тому році життя. Тому означені періоди отримали назву першого і другого фізіологічного перехрестя (табл. 3).

**Лімфа (lymph)** являє собою жовтувату рідину, яка тече по лімфатичних капілярах і судинах. Вона складається з лімфоплазми та формених елементів. Хімічний склад лімфоплазми близький до плазми крові, але вона містить менше білка. Серед білків у лімфоплазмі переважають альбуміни; вона містить також нейтральні жири, цукри, мінеральні речовини. Формені елементи лімфи представлені головним чином лімфоцитами (95...98 %), незначною кількістю інших видів лейкоцитів, іноді трапляються еритроцити. Склад лімфи у різних частинах тіла неоднаковий. Наприклад, лімфа, що відтікає від кишки, має багато жирів; лімфа, що пройшла через лімфатичні вузли, збагачена лімфоцитами. Розрізняють периферійну лімфу (до лімфатичних вузлів), проміжну (після проходження через лімфатичні вузли) і центральну (лімфу грудної і правої лімфатичних проток).

Лімфа утворюється шляхом всмоктування тканинної рідини у лімфатичні капіляри. Тканинна рідина у свою чергу утворюється за рахунок надходження води, білків та інших речовин з кровеносних капілярів у міжклітинний простір. З лімфатичних капілярів далі лімфа надходить у периферійні лімфатичні судини, по них — у лімфатичні вузли, потім у великі лімфатичні судини і вливається у кров великих вен.

Таблиця 3

### ОСОБЛИВОСТІ ЛЕЙКОЦИТАРНОЇ ФОРМУЛИ У ДІТЕЙ

Вид	Вік				
	1 день	5 днів	1 рік	5 років	14 років
(вміст у %)					
Нейтрофільні гранулоцити	64	45	25	45	60
Лімфоцити	24	45	65	45	28

#### Терміни для запам'ятовування

1. Тканини внутрішнього середовища. 2. Мезенхіма. 3. Плазма крові. 4. Альбуміни. 5. Глобуліни. 6. Фібриноген. 7. Сироватка крові. 8. Еритроцити. 9. Дискоцити. 10. Пойкілоцитоз. 11. Нормоцити. 12. Анізоцитоз. 13. Гемоглобін. 14. Оксигемоглобін. 15. Карбгемоглобін. 16. Карбоксигемоглобін. 17. Ретикулоцити. 18. Лейкоцити. 19. Лейкоцитоз. 20. Лейкопенія. 21. Гранулоцити. 22. Нейтрофільні юні гранулоцити. 23. Нейтрофільні паличкоядерні гранулоцити. 24. Сегментоядерні нейтрофільні гранулоцити. 25. Ацидофільні гранулоцити. 26. Базофільні гранулоцити. 27. Лімфоцити. 28. Т-лімфоцити. 29. Лімфокіни. 30. В-лімфоцити. 31. Плазмоцити. 32. Моноцити. 33. Макрофаги. 34. Тромбоцити. 35. Мегакаріоцити. 36. Гіаломер. 37. Грануломер. 38. Геліограма. 39. Лейкоцитарна формула. 40. Лімфа. 41. Лімфоплазма. 42. Формені елементи.