

ЛЕКЦІЯ № 4

Тема: Склад крові. Гематологічні показники крові

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Кров - одна з трьох рідин, що входять до складу внутрішнього середовища організму. Це сполучна тканина, яскраво-червоного кольору, що безперервно циркулює по замкнутій системі кровоносних судин.

Кров - функціональна система, що забезпечує своєчасну доставку кисню і поживних речовин клітинам тканин і видалення продуктів метаболізму з органів і інтерстиціальних просторів. Кров і органи, в яких відбувається утворення клітин крові і їх руйнування (кістковий мозок, тимус, лімфатичні вузли, селезінка, печінка) об'єднуються в єдину систему крові.

У червоному кістковому мозку хребта і плоских кісток зосереджена основна маса кровотворних елементів, що беруть участь у вищих хребетних тварин в утворенні клітин крові.

Тимус (вилочкова залоза) є центральним органом імуногенезу; в ньому відбувається диференціювання Т-лімфоцитів, що беруть участь у клітинних реакціях імунітету.

Селезінка, лімфатичні вузли, як і тимус, відповідальні за вироблення імунітету. Наприклад, селезінка бере участь у синтезі імуноглобулінів, руйнуванні клітин крові, їх депонуванні.

У печінці синтезуються білки плазми і компоненти системи згортання крові, руйнуються еритроцити і утилізується гемоглобін, депонуються мінеральні елементи і антианемічні чинники.

Кров є рідкою сполучною тканиною, що складається з плазми і формених елементів. Загальна кількість крові у вищих тварин залежить від виду, статі, інтенсивності метаболізму - чим інтенсивніше протікає обмін, тим вище потреба в кисні і більше крові у тварини. В організмі людини 4,5-6,0 л крові, або 7% від маси тіла. Обсяг крові в організмі - величина досить постійна і ретельно регульована.

У спокої тільки 45-60% загального обсягу крові циркулює по судинному руслу (циркулююча кров), 55-40% вимкнено з кровообігу і зосереджено в кров'яних депо (депонована кров). Функцію депо крові виконують селезінка (депонує 16% від всієї маси крові), капілярна система печінки (20%), підшкірна жирова клітковина і капіляри шкіри (10%), легені (10%). При крововтратах, м'язовій роботі і функціях, які потребують напруги, депонована кров рефлекторно викидається в кров'яне русло, збільшуючи масу циркулюючої її частини.

Функції крові різноманітні:

- **Транспортна.** Кров переносить поживні речовини від органів травлення до тканин і клітин і продукти обміну до органів виділення. Беручи участь в дихальних процесах, кров переносить кисень від легенів до тканин і двоокис вуглецю від тканин до легеней. Переносячи гормони, інші біологічно активні речовини, електроліти та метаболіти, кров здійснює гуморальну регуляцію діяльності органів і систем організму.

- **Теплорозподільна і теплорегуляторная.** Циркулюючи в організмі, кров об'єднує органи, в яких утворюється тепло (печінка, скелетні м'язи) з органами, що його віддають (шкіра, легені), підтримуючи тим самим сталість температури тіла.

- **Захисна** (оберігає організм від дії мікроорганізмів і їх токсинів). Здійснюється за рахунок хімічних факторів (антитіл), фагоцитарної активності лейкоцитів і діяльності імунокомпетентних клітин, відповідальних за тканинний і клітинний імунітет.

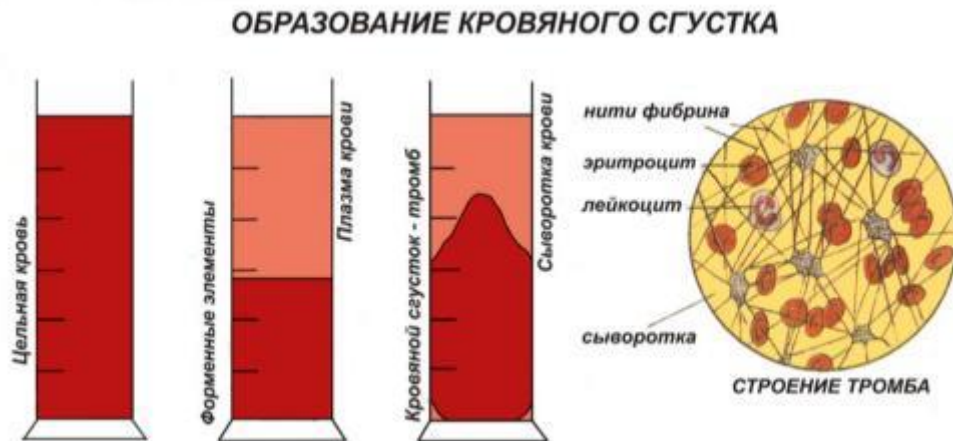
- **Корелятивна.** Кров об'єднує всі системи організму, забезпечуючи його гуморальну єдність. Кров своєю сталістю складу і властивостями створює оптимальне середовище для життєдіяльності клітин і тканин.

Кров, як тканина включає формені елементи крові і міжклітинну речовину - **плазму**. Співвідношення між плазмою і форменими елементами - гематокритне число (гематокрит) відносно постійне. У людини об'єм плазми становить 55-60%, а клітин - 40-45% від загального

обсягу крові. Гематокрит дає уявлення про загальний обсяг еритроцитів і характеризує ступінь гемоконцентрації - гідремії, тобто вміст води в крові.

З плазми можна виділити **сироватку**. Сироватка майже тотожна плазмі за складом, але в ній відсутній фібриноген. Утворюється сироватка при згортанні крові поза організму після відділення від неї кров'яного згустку.

Фібриноген - це білок плазми, який в процесі коагуляції (згортання) перетворюється в фібрин, завдяки спільній дії протромбіну, речовини, що виробляється печінкою, і тромбопластину, що знаходиться в кров'яних пластинках - тромбоцитах. Таким чином, згусток є мережею фібрину, що уловлює еритроцити і діє як пробка, що закупорює рани.



Форменими елементами крові є:

ЕРИТРОЦИТИ - дрібні без'ядерні клітини двояковогнутої форми. Еритроцити утворюються в червоному кістковому мозку і переносять кисень до всіх клітин. Відкрито еритроцити Левенгуком у 1673 році. Кількість еритроцитів у крові дорослої людини становить 4,5-5 млн. в 1 кубічному мм. До складу еритроцитів входить вода (60%) і сухий залишок (40%). Середній вміст гемоглобіну в 100 г крові у здорових жінок становить 13,5 г, а у чоловіків - 15 г



Еритроцити виконують в організмі такі функції:

- 1) основною функцією є дихальна - перенесення кисню від альвеол легенів до тканин і вуглекислого газу від тканин до легким;
- 2) регуляція рН крові завдяки одній з найпотужніших буферних систем крові - гемоглобінової
- 3) поживна - перенесення на своїй поверхні амінокислот від органів травлення до клітин організму;
- 4) захисна - адсорбція на своїй поверхні токсичних речовин;
- 5) участь у процесі згортання крові за рахунок вмісту факторів і антизсідальної систем крові;
- 6) еритроцити є носіями різноманітних ферментів (холінестерази, вугільна ангидраза, фосфатаза) і вітамінів (В1, В2, В6, аскорбінова кислота);
- 7) еритроцити несуть в собі групові ознаки крові.

Еритроцити складають більше 99% клітин крові. Вони складають 45% об'єму крові.

Еритроцити мають червоний колір через присутність білка - **гемоглобіну**, що складається з двох частин: білкової - глобіну і залізовмісної - гема. Саме гемоглобін зв'язує кисень і розносить його по всьому організму, забезпечуючи дихальну функцію і підтримання рН крові. Гемоглобін, що приєднав до себе кисень, перетворюється в яскраво червону речовину оксигемоглобін. Після вивільнення кисню виникає більш темна речовина - дезоксигемоглобін. У чоловіків в крові міститься в середньому 130 - 160 г / л гемоглобіну, у жінок - 120 - 150 г / л.

Про інтенсивність еритропоезу судять за кількістю ретикулоцитів - попередників еритроцитів. У нормі їх кількість становить 1 - 2%. Дозрілі еритроцити циркулюють в крові протягом 100 - 120 днів.

Руйнування еритроцитів відбувається в печінці, селезінці, в кістковому мозку за допомогою клітин мононуклеарної фагоцитарної системи. Продукти розпаду еритроцитів також є стимуляторами кровотворення.

Процес руйнування оболонки еритроцитів і вихід гемоглобіну в плазму крові називається **гемолізом**.



Причини гемолізу:

1. Природний. Цей процес проходить постійно в організмі, він починається при завершенні звичайного життєвого циклу кожного з еритроцитів, які живуть близько 100-130 днів.

2. Хімічний. Він виникає в тому випадку, якщо червоні кров'яні тільця піддаються впливу речовин, які можуть пошкодити ліпиди мембрани. До них відносять різні луги, спирти, ефіри, хлороформ. Наприклад, гемоліз буде яскраво вираженим, якщо людина отруїться значною дозою оцтової кислоти.

3. Біологічний. Оболонки еритроцитів починають руйнуватися через вплив гемолітичних отрут, наприклад, в результаті укусів комах або змій. Також біологічний гемоліз виникає через переливання несумісної крові

4. Температурний. При заморожуванні крові в еритроцитах утворюються кристали льоду. Після її розморожування вони розривають оболонку.

5. Механічний. При струшуванні ємності з кров'ю або при її перекачуванні апаратом, який штучно підтримує кровообіг, еритроцити пошкоджуються.

6. Осмотический. Якщо червоні тільця потраплять в середовище, де осмотичний тиск буде нижче, ніж в крові, то вони можуть лопнути. Це їх властивість використовують для діагностики анемії або захворювань печінки.

Якщо виділену з організму кров з рідиною, що оберігає від згортання, помістити в скляний капіляр, то еритроцити почнуть склеюватися і осідати на дно. Це прийнято називати **швидкістю осідання еритроцитів (ШОЕ)**. У нормі ШОЕ становить 4-11 мм. / год. (у здорових чоловіків становить 2 - 10 мм за годину, у жінок - 2 - 15 мм за годину) ШОЕ служить важливим діагностичним фактором в медицині.

ЛЕЙКОЦИТИ - безбарвні ядерні клітини крові людини. У спокої мають округлу форму, здатні активно пересуватися, можуть проникати крізь стінки судин. Основна функція - захисна, за допомогою псевдоподій поглинають і знищують різні мікроорганізми. Лейкоцити також були відкриті Левенгуком у 1673 році і класифіковані Р. Вірховим у 1946 році. Різні лейкоцити мають у складі цитоплазми гранули, або не мають, але на відміну від еритроцитів, мають ядро.

Кількість лейкоцитів в периферичній крові дорослої людини коливається в межах $4,0 - 9,0 \times 10^9 / л$, або 4000 - 9000 в 1 мкл. Збільшення кількості лейкоцитів у крові називається лейкоцитозом., зменшення - лейкопенією. У клініці має значення не тільки загальна кількість лейкоцитів, а й відсоткове співвідношення всіх видів лейкоцитів, що отримало назву

лейкоцитарної формули, або лейкограми. Лейкоцити діють в основному поза кровоносної системи, але в ділянки інфекції вони потрапляють саме з кров'ю.

Лейкоцити утворюються в різних органах тіла: в кістковому мозку, селезінці, тимусі, пахвових лімфатичних вузлах, мигдалинах і пластинках Пейє, в слизовій оболонці шлунка.

Лейкоцити поділяються на гранулоцити (не містять гранул) – базофіли, еозинофіли, нейтрофіли та агранулоцити (не містять гранули) – моноцити та лімфоцити. Їх також можна розділити за формулою ядра: полінуклеари та мононуклеари.

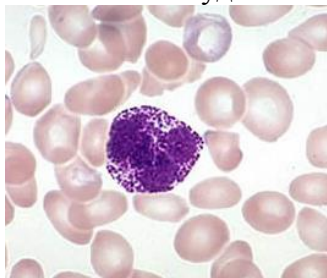
Гранулоцити.

Утворюються в червоному кістковому мозку. Мають розділене на лопасті ядро. Здатні до амебоїдного руху. Поділяються на: нейтрофіли, еозинофіли, базофіли.

Базофіли продукують і містять біологічно активні речовини (гепарин, гістамін і ін.).

Кількість у крові: 0-1 %

Особливості будови:

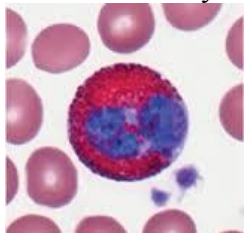


Гепарин перешкоджає згортанню крові в осередку запалення. Гістамін розширює капіляри, що сприяє розсмоктуванню і загоєнню. У базофілах містяться також гіалуронова кислота, що впливає на проникність судинної стінки; фактор активації тромбоцитів (ФАТ); тромбосани, що сприяють агрегації тромбоцитів; лейкотрієни і простагландини. При алергічних реакціях (кропив'янка, бронхіальна астма) під впливом комплексу антиген-антитіло відбувається дегрануляція базофілів і вихід у кров біологічно активних речовин, у тому числі гістаміну, що визначає клінічну картину захворювань.

Еозинофіли мають здатність до фагоцитозу, але це не має серйозного значення через їх невелику кількість в крові.

Кількість у крові: 0,5-5 %

Особливості будови:

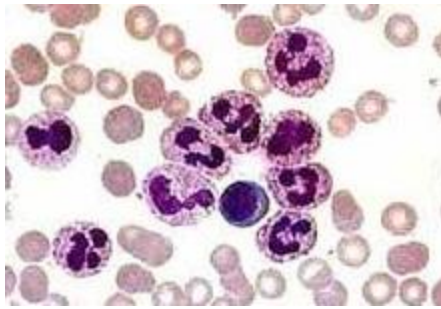


Основною функцією еозинофілів є знешкодження і руйнування токсинів білкового походження, чужорідних білків, а також комплексу антиген-антитіло. Еозинофіли продукують фермент *гістаміназу*, який руйнує гістамін, що звільняється з пошкоджених базофілів і тучних клітин при різних алергічних станах, глистових інвазіях, аутоімунних захворюваннях. Еозинофіли здійснюють протиглистовий імунітет, надаючи на личинку цитотоксичну дію. Тому при цих захворюваннях збільшується кількість еозинофілів в крові (еозинофілія). Еозинофіли продукують *плазміноген*, який є попередником плазміну - головного чинника фібринолітичної системи крові.

Нейтрофіли. Або фагоцити. На їх частку припадає близько 70% всіх лейкоцитів.

Кількість у крові: ПЯН – 1-6 %, СЯН – 47-72 %

Особливості будови:



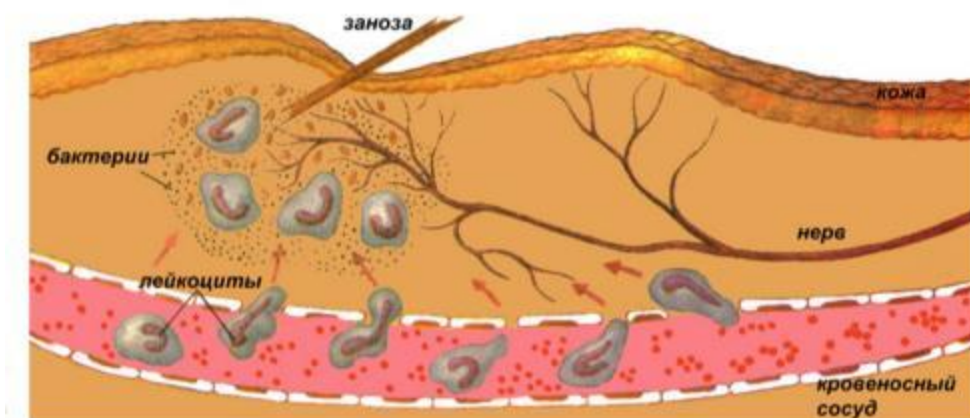
Вони проходять простір між клітинами, що утворюють стінки судин, і направляються до тих ділянок тіла, де виявляється вогнище зовнішньої інфекції. Нейтрофіли є активними поглиначами хвороботворних бактерій і продуктів розпаду тканин, яких переварюють всередині лізосом за допомогою лізосомних ферментів (протеази, пептидази, оксидази, дезоксирибонуклеази). Нейтрофіли першими приходять в осередок пошкодження. Так як вони є порівняно невеликими клітинами, то їх називають *мікрофагами*. Нейтрофіли мають цитотоксичну дію, а також продукують інтерферон, що володіє противірусною дією.

Розвиток нейтрофілів:



За нейтрофілами можна визначити стать людини, так як у жіночого генотипу є круглі вирости - "баранні палички".

Запальний процес при потраплянні у шкіру чужорідного тіла

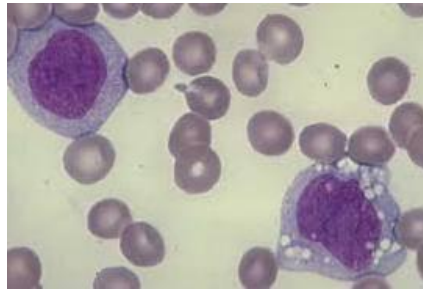
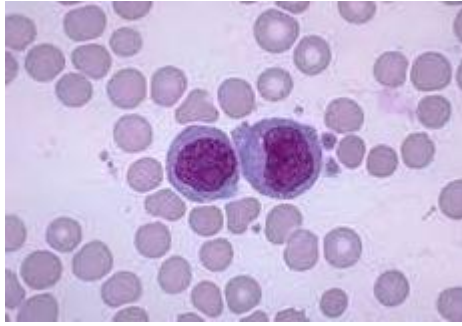


Агранулоцити:

Моноцити мають виражену фагоцитарної функцією.

Кількість у крові: 3-11 %

Особливості будови:



Це найбільші клітини периферичної крові і їх називають макрофагами. Моноцити знаходяться в крові 2-3 доби, потім вони виходять в навколишні тканини, де, досягнувши зрілості, перетворюються в тканинні макрофаги (гістіоцити). Моноцити здатні фагоцитувати мікроби в кислому середовищі, коли нейтрофіли не активні. Фагоцитуючи мікроби, загиблі лейкоцити, пошкоджені клітини тканин, моноцити очищають місце запалення і готують його для регенерації.

Моноцити синтезують окремі компоненти системи комплементу. Активовані моноцити і тканинні макрофаги продукують цитотоксини, інтерлейкін (ІЛ-1), фактор некрозу пухлин (ФНП), інтерферон, тим самим здійснюючи протипухлинний, противірусний, протимікробний і протипаразитарний імунітет; беруть участь в регуляції гемопоєзу. Макрофаги беруть участь у формуванні специфічного імунної відповіді організму. Вони розпізнають антиген і переводять його в так звану імуногенну форму (презентація антигену). Моноцити продукують як чинники, які посилюють згортання крові (тромбоксани, тромбопластини), так і чинники, що стимулюють фібриноліз (активатори плазміногену).

Лімфоцити є центральною ланкою імунної системи організму.

Кількість у крові: 19-37 %

Особливості будови:

Вони здійснюють формування специфічного імунітету, синтез захисних антитіл, лізис чужорідних клітин, реакцію відторгнення трансплантата, забезпечують імунну пам'ять. Лімфоцити утворюються в кістковому мозку, а диференціювання проходять в тканинах. Лімфоцити, дозрівання яких відбувається у вилочковій залозі, називаються Т-лімфоцитами (тимусзалежні).

Розрізняють декілька форм Т-лімфоцитів:

Т-кілери (вбивці) здійснюють реакції клітинного імунітету, лізуючи чужорідні клітини, збудників інфекційних захворювань, пухлинні клітини, клітини-мутанти.

Т-хелпери (помічники), взаємодіючи з В-лімфоцитами, перетворюють їх в плазматичні клітини, тобто допомагають плину гуморального імунітету.

Т-супресори (гнобителі) блокують надмірні реакції В-лімфоцитів.

Є також Т-хелпери і Т-супресори, що регулюють клітинний імунітет.

Т-клітини пам'яті зберігають інформацію про раніше діючі антигени.

В-лімфоцити (бурсозалежні) проходять диференціювання у людини в лімфоїдній тканині кишечника, піднебінних і глоткових мигдалин. В-лімфоцити здійснюють реакції гуморального імунітету. Більшість В-лімфоцитів є антитілопродуцентами. В-лімфоцити у відповідь на дію антигенів у результаті складних взаємодій з Т-лімфоцитами і моноцитами перетворюються в плазматичні клітини. Плазматичні клітини виробляють антитіла, які розпізнають і специфічно пов'язують відповідні антигени. Розрізняють 5 основних класів антитіл, або імуноглобулінів: JgA, Jg G, Jg M, JgD, JgE. Серед В-лімфоцитів також виділяють клітини-кілери, хелпери, супресори і клітини імунологічної пам'яті.

О-лімфоцити (нульові) не проходять диференціювання і є як би резервом Т- і В-лімфоцитів.

ТРОМБОЦИТИ

Найдрібніші клітини крові. Їх іноді називають кров'яними пластинками. Це без'ядерні, плоскі клітини неправильної округлої форми діаметром 2 - 5 мкм.

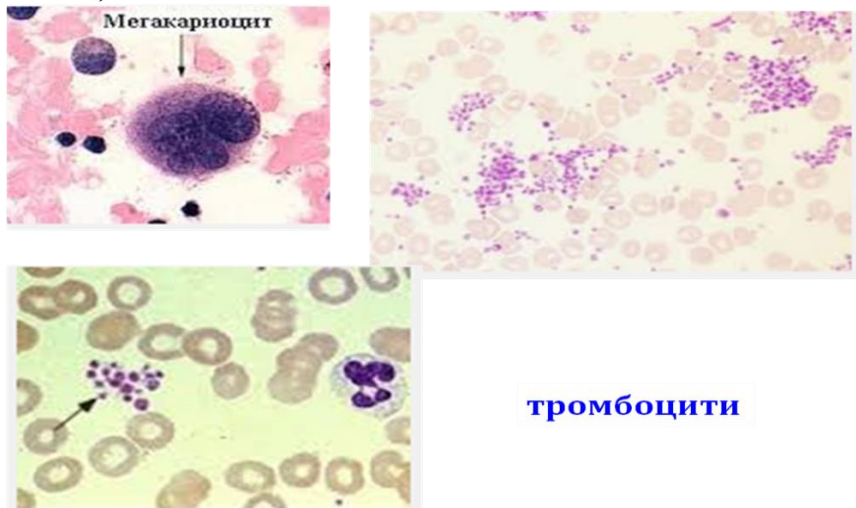
Головною функцією тромбоцитів є участь в гемостазі. Вони допомагають "ремонтувати" кровоносні судини, прикріплюючись до пошкоджених стінок, а також беруть участь в згортанні крові, яке запобігає кровотечі і виходу крові із кровоносної судини.

У 1 мм³ крові дорослої людини міститься 180-320 тис. тромбоцитів. Збільшення вмісту тромбоцитів в периферичній крові називається тромбоцитозом, зменшення - тромбоцитопенією.

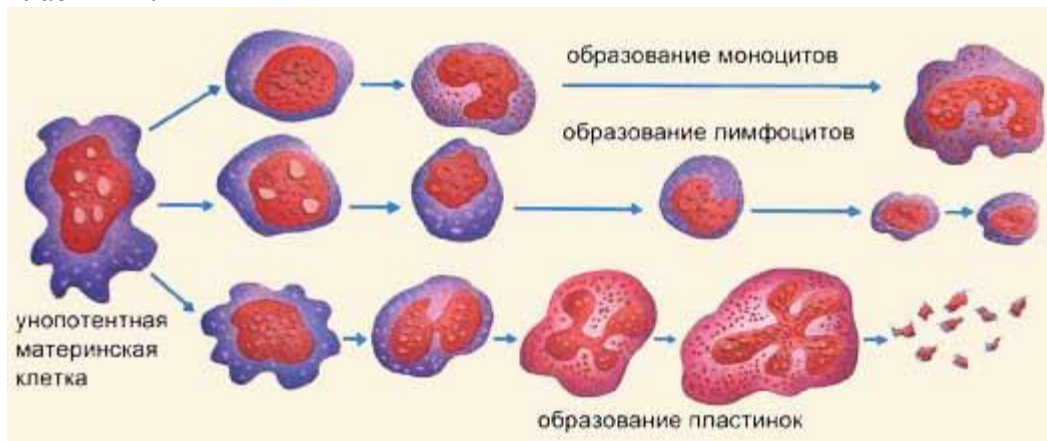
Тромбоцити продукують і виділяють ряд біологічно активних речовин: серотонін (речовина, що викликає звуження кровоносних судин зменшення кровотоку), адреналін, норадреналін, а також речовини, що отримали назву пластинчастих чинників згортання крові. Так у тромбоцитів є різні білки, що сприяють коагуляції крові. Коли лопається кровоносна судина, тромбоцити прикріплюються до її стінок і частково закривають пролом, виділяючи так званий тромбоцитарний фактор III, який починає процес згортання крові шляхом перетворення фібриногену в фібрин. Тромбоцити здатні виділяти з клітинних мембран арахідонову кислоту і перетворювати її в тромбоксани, які, в свою чергу, підвищують агрегаційну активність тромбоцитів. Ці реакції відбуваються під впливом ферменту циклооксигенази.

Тромбоцити здатні до пересування за рахунок утворення псевдоподій і фагоцитозу сторонніх тіл, вірусів, імунних комплексів, тим самим, виконуючи захисну функцію. Тромбоцити містять велику кількість серотоніну і гістаміну, які впливають на величину просвіту і проникність капілярів, визначаючи тим самим стан гістогематичних бар'єрів.

По суті своїй клітинами не є. Являють собою уламки великих клітин, що містяться в червоному кістковому мозку клітин - мегакаріоцитів. Вони зазнають неповний поділ, тому що ядро ділиться, а цитоплазма ні.



В результаті утворюється мегакаріобласти, від цитоплазми яких в кінці відокремлюються пластинки.



Тривалість життя тромбоцитів становить від 5 до 11 днів. Руйнуються кров'яні пластинки в клітинах системи макрофагів.