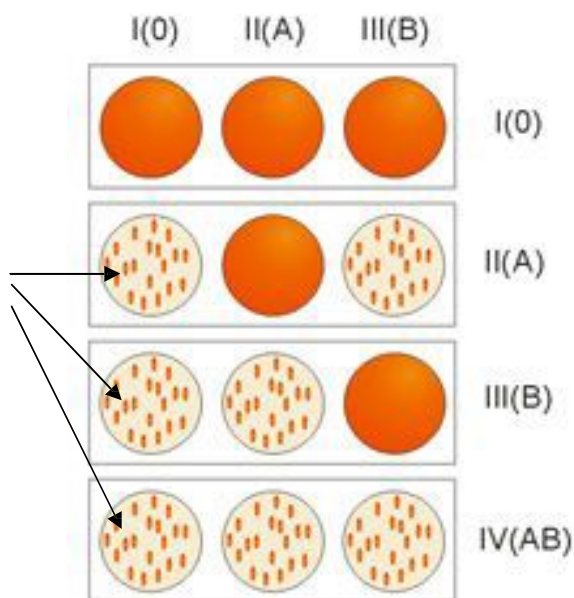
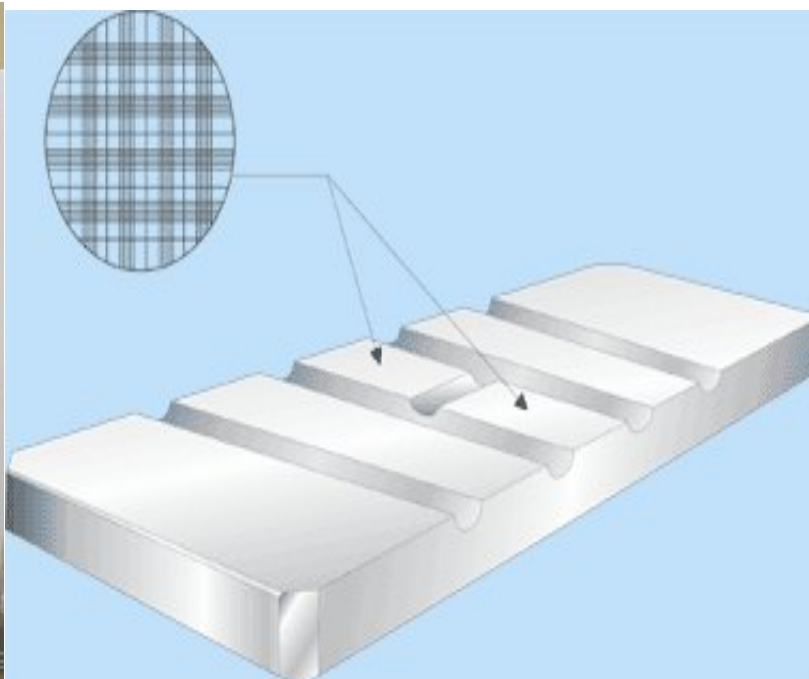


Кафедра нормальної та патологічної морфології і фізіології



Методичні рекомендації до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Фізіологія тварин »

Розділ: «ФІЗІОЛОГІЯ КРОВІ»
для здобувачів другого
(магістерського) рівня
вищої освіти
спеціальності 211 «Ветеринарна
медицина»



УДК 591.1 (075.8)

Ф50

Укладач:

Надія СЛЮСАР, кандидат ветеринарних наук, доцент, асистент кафедри нормальної та патологічної фізіології і морфології.

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
(протокол № від 2025 р.)*

Рецензенти:

Олена ЖУЛЕНКО,

завідувачка кафедри фізіології хребетних і фармакології НУБіП України,
доктор ветеринарних наук, професор

Сергій КЕРНИЧНИЙ,

завідувач кафедри ветеринарного акушерства, внутрішньої патології та хірургії, доцент, кандидат ветеринарних наук.

Методичні рекомендації до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Фізіологія тварин» Розділ: «Фізіологія крові» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 211 «Ветеринарна медицина»/ Надія СЛЮСАР. Кам'янець – Подільський: ЗВО «ПДУ», 2025- 49 с.

Методичні рекомендації містять необхідну інформацію щодо виконання лабораторно-практичних занять здобувачами з даної теми і допоможуть здобувачам краще опанувати програмовий матеріал по дисципліні «Фізіологія тварин» за розділом: «Фізіологія крові» .

ЗМІСТ

1.

ВСТУП

Програма курсу «Фізіологія тварин», розділ «Фізіологія крові», передбачає знання і розуміння здобувачами, властивостей крові та її функцій, щодо

забезпеченні життєдіяльності клітин, тканин, органів, фізіологічних систем організму в цілому. Під час лабораторно-практичних занять студенти зобов'язані вивчати практично, склад клітин крові, їх будову, розміри, кількість. Аналізувати та робити висновки щодо отриманих показників які можуть відображати стан організму.

Методичні рекомендації за своїм змістом відповідають чинній програмі з дисципліни «Фізіологія тварин».

Метою методичних рекомендацій є засвоєння студентами основних методик та методичних прийомів дослідження системи крові та кровотворення, допомога студентам у реєстрації, аналізі та оцінці отриманих результатів дослідження.

Методичні рекомендації містять теоретичні відомості за темою заняття, опис методик дослідження, процедури проведення лабораторних досліджень та контрольні питання.

У теоретичній частині висвітлені відомості щодо характеристики основних формених елементів крові, їх будови та функцій в організмі, вікові особливості клінічних показників крові. Наводяться матеріали щодо визначення та значення механізмів згортання крові. В методичних рекомендаціях, лабораторні роботи містять практичні завдання по засвоєнню фізіологічних методів дослідження кількості формених елементів крові та способів їх визначення. По завершенню кожної роботи пропонується проаналізувати отримані дані, зробити висновки. Методичні рекомендації розраховані на здобувачів вищої освіти спеціальності 211 «Ветеринарна медицина».

ФІЗІОЛОГІЯ КРОВІ

ФУНКЦІЇ, СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ

Теоретична частина

В організмі тварин, клітини омиваються такими рідинами: кров, лімфа, тканинна, спинномозкова, плевральна, суглобова та інші і вони утворюють внутрішнє середовище організму. Ці рідини утворюються з плазми крові шляхом її фільтрації через капілярні судини системи кровообігу та відіграють роль амортизаторів при різких зовнішніх змінах і, власне, забезпечують виживання клітин. Крім того, вони є засобом транспортування поживних речовин та продуктів розпаду. Клод Бернар назвав кров «Дзеркалом організму» оскільки вона є складовою внутрішнього середовища і являється головним фактором діагностування, за різних патологій у живому організмі.

Функції крові

Кров - це рідка сполучна тканина червоного кольору, яка знаходиться в кровоносних судинах. Для кожного різновиду сполучної тканини характерний певний клітинний склад. Їхня міжклітинна речовина має неоднакову будову, хімічний склад і фізичні властивості. Незважаючи на такі відмінності, ці тканини об'єднані у єдиний тканинний тип. Підставою для цього є спільність їхнього походження, будови та функції. Усі різновиди сполучної тканини розвиваються з мезенхіми. *Мезенхіма* - це первинна сполучна тканина, що існує лише на ранніх стадіях ембріонального розвитку.

Кров складається з клітин і плазми. До клітин крові належать еритроцити, лейкоцити й тромбоцити. Останні у ссавців називають *кров'яними пластинками*. Кількісний клітинний склад крові свійських тварин і птиці неоднаковий. Співвідношення кількості клітин крові називають *формулою крові* (гемограма), а співвідношення різновидів лейкоцитів - *лейкоцитарною формулою*.

Кров безперервно циркулює в замкнутій системі кровоносних судин, вона становить 7 – 10 % маси тіла тварини і виконує численні функції, основними з яких є транспортна, трофічна, дихальна, захисна та регуляторна.

Транспортна, трофічна й дихальна функції крові полягають у перенесенні поживних речовин і кисню до тканин органів та відведення від них продуктів обміну. Кров'ю також разносяться по організму біологічно активні речовини - гормони, які регулюють ріст і розвиток окремих органів, їх систем та апаратів (*регуляторна* функція). Частина клітин крові (лейкоцити) забезпечують її *захисну* функцію. Вони фагоцитують сторонні речовини, що потрапили в організм, і беруть участь у формуванні імунітету.

Транспортна функція - здійснюється як плазмою, так і форменими елементами, в ній виділяють ряд підфункцій:

-*дихальна* - перенесення кисню від легень до тканин і вуглекислого газу від тканин до легень;

-*поживна (трофічна)* - доставляє поживні речовини до клітин тканин;

-*екскреторна* (видільна) - транспорт продуктів обміну до легень і нирок для їх екскреції (виведення) з організму;

-*терморегуляторна* - регулює температуру тіла, розподіляючи тепло;

-*регуляторна* (гуморальна) – пов'язує між собою різні органи і системи, будучи переносником сигнальних речовин (гормонів), що в них утворюються.

Захисна регулює - забезпечення клітинного та гуморального захисту від чужорідних агентів. З наявністю в крові лейкоцитів пов'язані специфічний (імунітет) і неспецифічний (головним чином, фагоцитоз) захист організму. У складі крові містяться всі компоненти так званої системи комплементу, що грає важливу роль, як у специфічному, так і неспецифічному захисті. До захисних функцій відноситься також збереження циркулюючої крові в рідкому стані і зупинка кровотечі (гемостаз) у разі порушення цілісності судин.

Гомеостатична це- збереження сталості внутрішнього середовища організму (підтримання гомеостазу), водного і сольового балансу тканин і температури тіла, кислотно-лужної рівноваги, водно-електролітного балансу та ін., контроль за інтенсивністю обмінних процесів, регуляція гемопоезу та інших фізіологічних функцій.

Об'єм і склад крові

Кількість крові у тварини як і у людини відносно постійна і залежить від маси тіла і віку. Кожен день ця кількість крові проходить через серце більше 1000 разів. Кров, що накачується серцем, рухається судинах зі швидкістю 11 м/с, тобто 40 км/год.

Кровотік - це суцільний потік щільністю $1,06 \text{ г/см}^3$. Він розходить по мережі кровоносних судин, яка включає в себе великі вени і артерії, що багаторазово розгалужуються і поступово зменшуються до розмірів крихітних капілярів. Через найтонші стінки капілярів легко просочуються різні речовини, завдяки тому в живих тканинах відбувається безперервний обмін: кров віддає клітинам організму речовини, що підтримують життя, і виводяться продукти розпаду.

В стані спокою, лише 40-50 % її крові тече по кровоносних судинах, решта міститься у кров'яному депо, якими є печінка - 20 %, селезінка - до 16 %, підшкірна клітковина - 10 %. Після великих втрат крові, при м'язовій роботі, підвищенні температури тіла кров з депо надходить до загального кров'яного русла. Кров'яні депо забезпечують підтримання постійної кількості крові в організмі.

Кров складається з рідкої частини плазми і зважених у ній формених елементів: еритроцитів, або червоних кров'яних тілець, лейкоцитів, або білих кров'яних тілець і тромбоцитів, або кров'яних пластинок. На частку формених елементів припадає 40-45 %, на частку плазми - 55-60 % від об'єму крові. Це співвідношення одержало назву гематокритного співвідношення, або гематокритного числа.

Оновлення плазми крові відбувається протягом двох тижнів. Кров відноситься до тканин, що швидко відновлюються. Фізіологічна регенерація формених елементів крові здійснюється за рахунок руйнування старих клітин і утворення нових органами кровотворення. Головним з них у людини та інших ссавців є кістковий мозок. У людини червоний, або кровотворний, кістковий мозок розташований в основному в тазових кістках і в довгих трубчастих кістках. Основним фільтром крові є селезінка (червона пульпа), що здійснює в тому числі і імунологічний контроль (біла пульпа).

Підвищення загального обсягу крові називають **гіперволемією**,

зменшення - гіповолемією.

Колір крові

Визначається наявністю в еритроцитах особливого білка - гемоглобіну. Артеріальна кров характеризується яскраво-червоним забарвленням, що залежить від вмісту в ній гемоглобіну, насиченого киснем (оксигемоглобін). Венозна кров має темно-червоне з синюватим відтінком забарвлення, що пояснюється наявністю в ній не тільки окисненого, але і відновленого гемоглобіну. Чим активніший орган і чим більше віддав кисню тканинам гемоглобін, тим темнішою виглядає венозна кров.

Відносна щільність крові

Коливається від 1,058 до 1,062 і залежить в основному від вмісту еритроцитів. Відносна щільність плазми крові в основному визначається концентрацією білків і становить 1,029-1,032.

В'язкість крові

Визначається по відношенню до в'язкості води і відповідає 4,5-5,0. В'язкість крові залежить головним чином від вмісту еритроцитів і в меншій мірі від білків плазми. В'язкість венозної крові дещо більша, ніж артеріальної, що зумовлено надходженням в еритроцити CO_2 , завдяки чому незначно збільшується їх розмір. В'язкість крові зростає під час виходу крові з депо, де міститься більша кількість еритроцитів. В'язкість плазми не перевищує 1,8-2,2. в'язкість плазми і крові може підвищуватися.

Осмотичний тиск крові

Осмотичним тиском називається сила, яка змушує переходити розчинник (для крові це вода) через напівпроникну мембрану з менш концентрованого в більш концентрований розчин. Осмотичний тиск крові обчислюють кріоскопічним методом за допомогою визначення депресії (точки замерзання), яка для крові становить $0,56-0,58^\circ\text{C}$. Депресія молярного розчину (розчин, в якому розчинено 1 грам-молекула речовини в 1 л води) відповідає $1,86^\circ\text{C}$. Осмотичний тиск крові дорівнює приблизно 7,6 атм.

Осмотичний тиск крові залежить в основному від розчинених в ній низькомолекулярних сполук, головним чином солей. Близько 60 % цього тиску створюється NaCl . Осмотичний тиск крові, лімфи, тканинної рідини приблизно однаковий і характеризується постійністю. Навіть у випадках, коли в кров надходить значна кількість води або солі, осмотичний тиск не зазнає істотних змін.

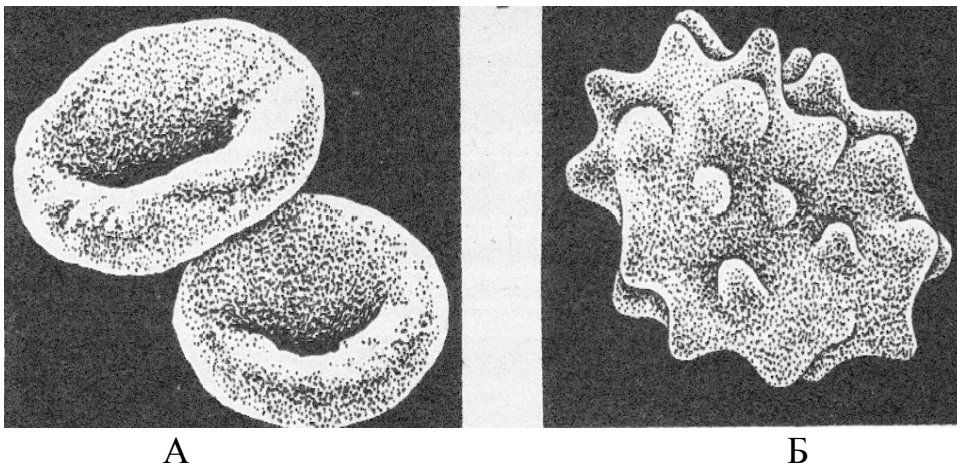
При надмірному надходженні води в кров вона швидко виводиться нирками, що відновлює вихідну величину осмотичного тиску. Якщо ж в крові підвищується концентрація солей, то в судинне русло переходить вода з тканинної рідини, а нирки починають посилено виводити солі. Після розщеплення білків, жирів і вуглеводів, поживні компоненти корму всмоктуються в кров і лімфу.

Осмотичний тиск визначає розподіл води між тканинами і клітинами. Функції клітин організму можуть здійснюватися лише при відносній стабільності осмотичного тиску. Якщо еритроцити помістити в сольовий розчин, що має осмотичний тиск, однаковий з кров'ю, вони не змінюють свій об'єм. Такий розчин називають ізотонічним, або фізіологічним. Це може бути 0,85 % розчин

хлористого натрію. У розчині, осмотичний тиск якого вищий від осмотичного тиску крові, еритроцити зморщуються, так як вода виходить з них в розчин. У розчині з більш низьким осмотичним тиском, в порівнянні з тиском крові, еритроцити набухають в результаті переходу води з розчину в клітину. Розчини з більш високим осмотичним тиском, ніж тиск крові, називаються гіпертонічними, а мають більш низьким тиском - гіпотонічними.

Підтримка сталості осмотичного тиску відіграє надзвичайно важливу роль в життєдіяльності клітин.

Рис. 1,2. Нормальні (А) і зморщені (Б) еритроцити в гіпертонічному розчині



Онкотичний тиск крові

Є частиною осмотичного і залежить від вмісту великомолекулярних з'єднань (білків) в розчині. Хоча концентрація білків в плазмі досить велика, загальна кількість молекул через їх велику молекулярну масу відносно мала, завдяки чому онкотичний тиск не перевищує 30 мм рт.ст. Онкотичний тиск більшою мірою залежить від альбумінів (80 % онкотичного тиску створюють альбуміни). Через малі розміри і високу гідрофільність вони володіють вираженою здатністю притягувати до себе воду, за рахунок чого вона утримується в судинному руслі.

Онкотичний тиск відіграє важливу роль в регуляції водного обміну. Чим більша його величина, тим більше води утримується в судинному руслі і тим менше її переходить в тканини і навпаки. Онкотичний тиск впливає на утворення тканинної рідини, лімфи, сечі і всмоктування води в кишечнику. Тому кровозамісні розчини повинні містити в своєму складі колоїдні речовини, здатні утримувати воду.

При зниженні концентрації білка в плазмі розвиваються набряки, так як вода перестає утримуватися в судинному руслі і переходить в тканини.

Кисотно-лужний стан крові

Активна реакція крові обумовлена співвідношенням водневих і гідроксильних іонів. Для визначення активної реакції крові використовують водневий показник рН - концентрацію водневих іонів. У клітинах і тканинах рН досягає 7,2 і навіть 7,0, що залежить від утворення в них в процесі обміну речовин «кислих» продуктів метаболізму. У нормі рН крові - 7,36 (реакція слаболужна), артеріальної - 7,4, венозної - 7,35. При різних фізіологічних станах рН крові може змінюватися від 7,3 до 7,5. Активна реакція крові є жорсткою константою, що забезпечує ферментативну діяльність. Крайні межі рН крові, сумісні з життям, рівні 7,0 - 7,8. Зрушення реакції в кислий бік називається **ацидозом**, обумовлюється збільшенням в крові водневих іонів. Зрушення реакції крові в лужний бік називається **алкалозом**. Це пов'язано зі збільшенням концентрації гідроксильних іонів ОН і зменшенням концентрації водневих іонів. В організмі завжди є умови для зсуву активної реакції крові в бік ацидозу або алкалозу, які можуть привести до зміни рН крові. У процесі обміну речовин тканини виділяють в тканинну рідину, а отже, і в кров «кислі» продукти обміну, що повинно призводити до зсуву рН в кисле середовище.

Так, в результаті інтенсивної м'язової діяльності в кров може надходити протягом декількох хвилин до 90 г молочної кислоти. Якщо цю кількість молочної кислоти додати до обсягу дистильованої води, що дорівнює об'єму циркулюючої крові, то концентрація іонів H^+ зростає би в ній в 40 000 разів. Реакція ж крові при цих умовах практично не змінюється. Накопиченню кислих сполук сприяє споживання білкового та надкислого корму. При різних фізіологічних станах рН крові може змінюватися як в кислу (до 7,3), так і в лужну (до 7,5) сторону. Більш значні відхилення рН супроводжуються важкими наслідками для організму і якщо ці зрушення в найкоротший строк не ліквідуються, то настає неминуча смерть. Якщо ж концентрація йонів H^+ зменшується і рН стає рівним 7,7, то наступають важкі судоми (тетанія), що також може спричинити смерть.

Підтримка сталості рН крові має важливе фізіологічне завдання і забезпечується буферними системами крові. До буферних систем крові відносяться *гемоглобінова, карбонатна, фосфатна і білкова*.

Найпотужнішою є буферна система гемоглобіну. На її частку припадає 75 % буферної ємності крові.

Білки плазми крові також грають роль буфера, оскільки володіють амфотерними властивостями: в кислому середовищі поведуться як луки, а в основному - як кислоти.

Буферні системи крові більш стійкі до дії кислот, ніж лугів. Основні солі слабких кислот, що містяться в крові, утворюють так званий лужний резерв крові.

Буферні системи нейтралізують значну частину кислот і лугів, тим самим перешкоджаючи зрушенню активної реакції крові. Крім того, в організмі постійність рН зберігається за рахунок роботи нирок, легенів, потових залоз,

шлунково-кишкового тракту та інших органів, діяльність яких спрямована на відновлення вихідної величини рН.

Температура крові

Багато в чому залежить від інтенсивності обміну речовин того органу, від якого відтікає кров, і коливається в межах 37-40°C. Під час руху крові не тільки відбувається деяке вирівнювання температури в різних судинах, а й створюються умови для віддачі або збереження тепла в організмі.

ПЛАЗМА КРОВІ

Плазма крові – жовто-біла рідина (90 % - вода; 10 % - розчинені і зважені у ній речовини; 7-8 % - білки; 1,1 % - інші органічні з'єднання; 0,9 % - неорганічні).

Склад плазми відрізняється лише відносною сталістю і багато в чому залежить від прийому їжі, води і солей. У той же час концентрація глюкози, білків, всіх катіонів, хлору і гідрокарбонатів утримується в плазмі на досить постійному рівні і лише на короткий час може виходити за межі норми. Значне відхилення цих показників від середніх величин на тривалий час призводять до важких наслідків для організму, часто несумісних з життям. А зміст інших складових елементів плазми - фосфатів, сечовини, сечової кислоти, нейтрального жиру може варіювати в досить широких межах, не викликаючи розладів функцій організму. В цілому мінеральні речовини плазми становлять близько 0,9%, вміст глюкози в крові 4,5-6,5 ммоль/л. В середньому 1 літр плазми людини містить 900-910 г води, 65-85 г білка і 20 г низькомолекулярних сполук.

Найважливішою складовою частиною плазми є білки, вміст яких становить 7-8 % від маси плазми. Кілька десятків різних білків об'єднані в 3 основні групи: *альбуміни* (близько 4-5 %), *глобуліни* (2-3 %) і *білки системи згортання крові*, з яких головним є фібриноген (0,2-0,4 %).

Білки плазми крові виконують різноманітні функції:

- а) підтримають колоїдно-осмотичний і водний гомеостаз;
- б) забезпечують агрегатний стан крові;
- в) регулюють кислотно-основний гомеостаз;
- г) регулюють імунний гомеостаз;
- д) виконують транспортну функцію;
- е) виконують функцію живлення;
- є) беруть участь в згортанні крові.

Альбуміни складають близько 60 % всіх білків плазми. Завдяки відносно невеликій молекулярній масі (70000) і високій концентрації альбуміни створюють 80 % онкотичного тиску. Альбуміни здійснюють функцію живлення, є резервом амінокислот для синтезу білків. Їх транспортна функція полягає в перенесенні холестерину, жирних кислот, білірубіну, солей жовчних кислот, солей важких металів, лікарських препаратів (антибіотиків, сульфаніламідів). Альбуміни синтезуються в печінці.

Глобуліни поділяються на кілька фракцій: α -, δ - і λ -глобуліни. α -глобуліни включають глікопротеїни, тобто білки, простетичною групою яких є вуглеводи. Близько 60 % всієї глюкози плазми циркулює в складі глікопротеїнів. Ця група білків транспортує гормони, вітаміни, мікроелементи, ліпіди. До α -глобулінів належать еритропоетин, плазміноген, протромбін. δ -глобуліни беруть участь в транспорті фосфоліпідів, холестерину, стероїдних гормонів, катіонів металів. До цієї фракції належить білок трансферин, що забезпечує транспорт заліза, а також багато факторів згортання крові. λ -глобуліни включають в себе різні антитіла або імуноглобуліни 5 класів: Jg A, Jg G, Jg M, Jg D і Jg E, що захищають організм від вірусів і бактерій. Введення їх хворим підвищує опірність організму по відношенню до інфекцій. До λ -глобуліну відносяться також α - і δ -аглютиніни крові, що визначають її групову приналежність. Глобуліни утворюються в печінці, кістковому мозку, селезінці, лімфатичних вузлах.

Фібриноген - перший фактор згортання крові. Під впливом тромбіну переходить в нерозчинну форму - фібрин, забезпечуючи утворення згустку крові. Фібриноген утворюється в печінці.

З плазми крові утворюються тілесні рідини: рідина склоподібного тіла, рідина передньої камери ока, перилімфа, цереброспінальна рідина, целомічна рідина, тканинна рідина, кров, лімфа.

Плазма відділяється від еритроцитів центрифугуванням за допомогою спеціального апарату. Цей процес називається плазмафорезом. Плазма з високою концентрацією тромбоцитів знаходить все більше застосування в якості стимулятора загоєння і регенерації тканин організму.

ФОРМЕНІ ЕЛЕМЕНТИ КРОВІ

До формених елементів крові належать **еритроцити, лейкоцити і тромбоцити**. 96% крові представлено еритроцитами, які переносять кисень і вуглекислий газ.

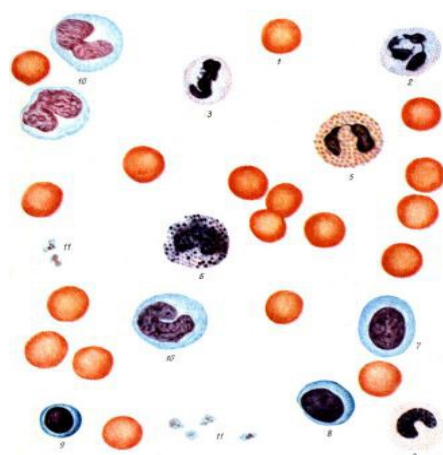


Рис. 3. Формені елементи крові

1 - еритроцит; 2 - сегментоядерний нейтрофіл;
3 - паличкоядерний нейтрофіл; 4 - юний нейтрофіл;
5 - еозинофіл; 6 - базофіл; 7, 8, 9 - лімфоцити;
10 - моноцити; 11 - кров'яні пластинки (тромбоцити)
(Татарінов О.Р., 1967)

Всі формені елементи утворюються в кістковому мозку з єдиної поліпотентної, або стовбурової клітини (ПСК).

Незважаючи на те, що всі клітини крові є нащадками єдиної кровотворної клітини, вони несуть різні специфічні функції, в той же час спільність походження наділила їх і загальними властивостями. Так, всі клітини крові, незалежно від їх специфіки, беруть участь в транспорті різних речовин, виконують захисні та регуляторні функції.

Еритроцити

Еритроцити (від грец. $\rho\upsilon\theta\rho\acute{o}\varsigma$ - червоний і $\kappa\acute{\upsilon}\tau\omicron\varsigma$ - вмістилище, клітина), також відомі під назвою червоні кров'яні тільця, найчисленніші з формених елементів. Еритроцити вперше виявив в крові жаби Мальпігі (1661), а Левенгук (1673) показав, що вони також присутні в крові людини і ссавців. У крові людини і тварини зрілі еритроцити не містять ядра, мають переважно форму двояковвігнутого диска. Еритроцити такої форми називаються **нормоцити**. Поверхня диска в 1,7 рази більше, ніж поверхня тіла такого ж обсягу, але сферичної форми, при цьому диск помірно змінюється без розтягування мембрани клітини. Така форма двояковвігнутого диска збільшує поверхню еритроцита, забезпечуючи транспорт більшої кількості різних речовин. Крім того, **така форма дозволяє еритроцитам закріплюватися в фібриновій мережі при утворенні тромбу**. Але головна перевага полягає в тому, що форма двояковвігнутого диска забезпечує легке проходження еритроцита через капіляри. При цьому еритроцит перекручується у вузькій середній частині, його вміст з більш широкого кінця перетікає до центру, завдяки чому еритроцит вільно входить у вузький капіляр. Форма еритроцитів дуже варіабельна - від двояковвігнутої лінзи до тупої ягоди. У цитоплазмі еритроцитів міститься білкова речовина - гемоглобін. Він забезпечує головну функцію еритроцитів - транспорт газів, в першу чергу кисню. Саме гемоглобін надає крові червоного забарвлення.

Основні функції еритроцитів зумовлені наявністю в їх складі білка класу хромопротеїдів - гемоглобіну:

*основною функцією є **дихальна** - перенесення кисню від альвеол легенів до тканин і вуглекислого газу від тканин до легким;

***регуляторну** функцію еритроцити здійснюють **завдяки** одній з найпотужніших **буферних систем** крові – **гемоглобінній**. Регулюють рН крові, іонний склад плазми і водний обмін. Проникаючи в артеріальний кінець капіляра, еритроцит віддає воду і розчинений в ній O_2 і зменшується в об'ємі, а переходячи в венозний кінець капіляра, забирає воду, CO_2 і продукти обміну, що надходять з тканин і збільшується в об'ємі;

***транспортна** функція еритроцитів полягає в тому, що вони транспортують O_2 і CO_2 , поліпептиди, білки, вуглеводи, ферменти, гормони, жири, холестерин, різні біологічно активні сполуки (простагландини,

лейкотрієни і ін.), мікроелементи та ін., переносять на своїй поверхні амінокислоти від органів травлення до клітин організму;

***захисна функція** еритроцитів полягає в тому, що вони грають істотну роль в специфічному і неспецифічному імунитеті, - адсорбують на своїй поверхні токсичні речовини;

***беруть участь в процесі згортання крові** за рахунок вмісту факторів згортальної та антизгортальної систем крові;

***еритроцити є носіями різноманітних ферментів** (холінестерази, вугільна ангідраза, фосфатаза) і вітамінів (В₁, В₂, В₆, аскорбінова кислота);

*** еритроцити несуть в собі групові ознаки крові.**

Кількість еритроцитів залежить від зовнішніх чинників: м'язової роботи, емоцій, втрати рідини (концентрація еритроцитів підвищується).

Науковцями- гематологами було досліджено, що у людини з масою тіла 60 кг загальна кількість еритроцитів дорівнює 25 трильйонів. Якщо покласти всі еритроцити однієї людини один на одного, то вийде «стовпчик» висотою понад 60 км.

У нормі кількість еритроцитів може змінюватися з незначними коливаннями. При різних захворюваннях кількість еритроцитів може зменшуватися. Подібний стан носить назву еритропенія і часто супроводжує *недокрів'я*, або анемію. Збільшення числа еритроцитів позначається як *еритроцитоз*. Руйнування еритроцитів відбувається в печінці, селезінці, в кістковому мозку за допомогою клітин мононуклеарної фагоцитарної системи. Продукти розпаду еритроцитів також є стимуляторами кровотворення.

При зміні кислотно-лужного балансу крові в бік закислення (рН від 7,43 до 7,33) відбувається склеювання еритроцитів у вигляді монетних стовпчиків, або їх агрегація.

Синтез еритроцитів відбувається в кістковому мозку в результаті *еритропоезу*. Утворення йде безперервно, тому що **кожну секунду макрофаги селезінки знищують близько двох мільйонів старих еритроцитів**, які потрібно замінити.

Для утворення еритроцитів потрібні залізо, вітаміни і мікроелементи. Залізо організм отримує з гемоглобіну при руйнуванні еритроцитів, із депо, а також з їжею і водою. Для нормального еритропоезу, особливо поросяткам в добовому раціоні потрібне залізо. Якщо заліза в організм надходить недостатньо, то розвивається залізодефіцитна анемія. Всмоктуванню заліза в кишковоки сприяє аскорбінова кислота. Для нормального еритропоезу необхідні вітаміни, і, насамперед, вітаміни групи В, це і ціанокобаламін, і фолієва кислота, тощо. В організм багатьох тварин вони надходить з їжею.

Фолієва кислота є водорозчинним вітаміном, що міститься в багатьох рослинах, а також у печінці, нирках, яйцях.

Для **утворення еритроцитів необхідні мікроелементи - мідь, нікель, кобальт, селен**. Важливим компонентом *еритропоезу* є **мідь**, яка засвоюється безпосередньо в кістковому мозку і бере участь в синтезі гемоглобіну. Якщо мідь

відсутня, то еритроцити дозрівають лише до стадії ретикулоцитів. Мідь каталізує утворення гемоглобіну, сприяючи включенню заліза в структуру гема. **Нестача міді призводить до анемії.**

Важливу роль в регуляції еритропоезу грають інші вітаміни групи В, а також залози внутрішньої секреції. Всі гормони, що регулюють обмін білків (соматотропний гормон гіпофіза, гормон щитоподібної залози - тироксин і ін.) і кальцію (паратгормон, тиреокальцитонін), необхідні для нормального еритропоезу. Чоловічі статеві гормони (андрогени) стимулюють еритропоез, тоді як жіночі (естрогени) - гальмують його.

Гемоліз. Процес руйнування оболонки еритроцитів і вихід гемоглобіну в плазму крові називається гемолізом. При цьому плазма забарвлюється в червоний колір і стає прозорою. Розрізняють декілька видів гемолізу.

У штучних умовах гемоліз еритроцитів може бути викликаний розміщенням їх в гіпотонічний розчин.

Причини гемолізу:

Осмотичний гемоліз може виникнути в гіпотонічному середовищі. Концентрація розчину NaCl, при якій починається гемоліз, носить назву осмотичної резистентності еритроцитів.

Хімічний гемоліз може бути викликаний хімічними агентами - хлороформом, ефіром, які руйнують білково-ліпідну оболонку еритроцитів. **Біологічний гемоліз** зустрічається при дії отрут змій, комах, мікроорганізмів, при переливанні несумісної крові під впливом імунних гемолізинів. Останнє є причиною виникнення анемії і нерідко супроводжується виносом гемоглобіну і його похідних з сечею (гемоглобінурія).

Температурний гемоліз виникає при недотриманні правил заморожування і розморожування крові, в результаті відбувається руйнування оболонки еритроцитів кристаликами льоду.

Механічний гемоліз відбувається при механічних впливах на кров: наприклад, при сильному струшуванні пробірки з кров'ю спостерігається руйнування мембрани еритроцитів. Крім того, механічний гемоліз іноді виникає через травмування еритроцитів в капілярах стоп при перевантаженні роботою робочих тварин.

Будова еритроциту. На долю гемоглобіну приходить 34 % загальної маси еритроцита і до 90 % від сухої речовини, клітина має двояковвігнуту форму диска, загальна площа еритроцитів складає біля 3,800 м² (в двічі більше ніж поверхня шкіри). Особлива форма сприяє перенесенню газів (збільшується дифузна поверхня), еритроцити пластичні (здатні до зворотної деформації при проходженні через кров'яне русло). Під час старіння пластичність еритроцитів зменшується. Пластичність знижена у еритроцитів з патологічною зміною форми – сфероцити, серпоподібні еритроцити. Тривалість життя до 110-120 діб. Вони руйнуються в печінці й селезінці. **Щоденно їх руйнується близько 200 млрд.**

Забарвлення еритроцитів зумовлене наявністю дихального пігменту червоного кольору – гемоглобіну (від греч. *αμα* — кров і лат. *globus* — куля). . . . Тваринний світ має значну різноманітність дихальних пігментів. У хребетних тварин кров на основі гемоглобіну має червоний колір (від блідо-

до темно-червоного) (залізовмісна). У деяких молюсків, членистоногих і деяких павукоподібних кров має блакитний колір за рахунок наявності гемоціаніну (мідьвмісна кров). Гемоглобін складається з білка глобіну і простетичної групи гема, який містить Fe^{2+} (рис. 4).

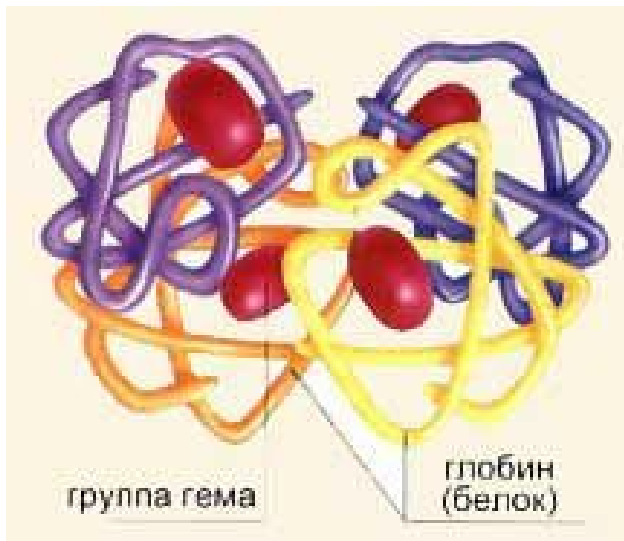


Рис. 4. Хімічна будова гемоглобіну ссавців.

Здатність крові до транспортування газів зумовлена властивістю гемоглобіну, що утворює нестійкі сполуки з киснем і вуглекислим газом. У легенях гемоглобін утворює з киснем нестійку сполуку – **оксигемоглобін**. Кров, яка містить гемоглобін, яскраво-пурпурова. Оксигемоглобін, який віддає кисень називається **відновленим гемоглобіном**. Ця кров темно-вишневого кольору (венозна). Гемоглобін може вступати в сполуки з чадним газом (CO_2) – це **карбоксигемоглобін**. Ця сполука стійкіша. Слабке отруєння CO_2 – зворотний процес. При концентрації у повітрі 1 % CO_2 – організм гине. В нормальних умовах на карбоксигемоглобін приходить 1 % загального гемоглобіну крові, у тих, хто палить – 3 %, після глибокої затажки – 10 %.

Гемоглобін, при поєднанні з сильнодіючим окисником, наприклад, з перманганатом калію, називають **метгемоглобіном** (НвОН). Кров насичена таким гемоглобіном має коричневий колір, при цьому залізо у гемоглобіні переходить у форму: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$. В результаті справжнього окислення такий гемоглобін міцно утримує O_2 і перестає бути його переносником, такий стан може наставати після введення ліків, що мають окисні властивості.

Міоглобін (аналог гемоглобіну) – O_2 -зв'язуючий білок скелетних м'язів і м'язів серця – постачає м'язи киснем.

Для порівняння в таблиці 1, наводиться вміст гемоглобіну в крові різних видів здорових тварин.

Таблиця 1. Кількість гемоглобіну у крові здорових тварин

| № з/п | Вид тварин | Середній показник у %, по Салі | Інтервал коливань | г/100 мл крові |
|-------|---------------|--------------------------------|-------------------|----------------|
| 1. | Велика рогата | 65 | 56-74 | 11,0 |
| 2. | Вівці | 68 | 54-80 | 11,6 |
| 3. | Кози | 63 | 45-81 | 10,7 |
| 4. | Буйволи | 49 | 28-70 | 8,3 |
| 5. | Яки | 57 | 36-78 | 9,6 |
| 6. | Верблюди | 90 | 66-114 | 15,2 |
| 7. | Коні | 80 | 50-110 | 13,6 |
| 8. | Свині | 67 | 55-79 | 10,2 |
| 9. | Собаки | 80 | 65-95 | 13,6 |
| 10. | Кішки | 65 | 47-83 | 11,0 |
| 11. | Кролики | 69 | 51-87 | 11,7 |
| 12. | Кури | 75 | 51-99 | 12,7 |
| 13. | Гуси | 95 | 80-110 | 16,1 |

Кольоровий показник – відносна насиченість еритроцитів гемоглобіном. Кількість гемоглобіну в еритроцитах створює кисневу ємність крові. Киснева ємність – це кількість O_2 , що зв'язана 1 cm^3 крові.

Протягом перших 7-12 тижнів розвитку зародка у ссавців, його еритроцити містять *примітивний* гемоглобін (HbP). На 9 тижні з'являється *фетальний гемоглобін* (HbF), а перед народженням – гемоглобін як у новонароджених і зрілих (HbA). Фетальний гемоглобін характеризується більшою спорідненістю до O_2 , ніж гемоглобін зрілих (дорослих) тварин.

Недокрів'я (анемія) – хвороба, яка пов'язана із зниженням вмісту гемоглобіну в крові. Причини цього явища різноманітні: перш за все зниження здатності крові переносити кисень у зв'язку з нестачею гемоглобіну. При анемії може бути зменшена кількість еритроцитів, або вміст в них гемоглобіну.

Швидкість осідання еритроцитів

Оскільки *густина плазми крові* становить 1,025-1,030, а форменних елементів – 1,085-1,090, це зумовлює поступове зсідання еритроцитів на дно пробірки в крові, що *позбавлена здатності згортатися*. Для кількісної характеристики цього явища використовують методику вимірювання швидкості осідання еритроцитів.

На цій властивості й ґрунтується визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ). Показником ШОЕ користуються для діагностики деяких захворювань. Під час захворювань (запаленнях, пухлинах) еритроцити здатні утворювати агрегати, у зв'язку з чим вони швидше осідають. При цьому ШОЕ збільшується при значному зменшенні кількості еритроцитів, так як при цьому зменшується в'язкість крові.

Значення ШОЕ залежить від статі і віку. Норма ШОЕ залежить від віку і статі: крім того, існує ще індивідуальна варіабельність норми ШОЕ.

Під час вагітності в результаті зміни білкового складу крові відзначається підвищення ШОЕ. На величину швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) впливають багато фізіологічних чинників.

Збільшення ШОЕ вище вказаних величин є ознакою патології. Причин прискорення ШОЕ досить багато: запальні процеси і інфекційні захворювання, хвороби обміну речовин, тромбози, захворювання печінки, гіпертиреоз, гіпотиреоз, злоякісні новоутворення, виснаження, крововтрата, вагітність, в післяпологовий період ШОЕ прискорена і при анемії, пов'язаній зі зменшенням кількості еритроцитів в крові. Але тут причина інша: еритроцитів в крові менше, і у них більший «розгін» для падіння.

Помилково високі значення ШОЕ спостерігаються при анемії, помилково ж низькі значення ШОЕ спостерігаються при порушенні розмірів і форми еритроцитів, підвищенні концентрації жовчних солей в плазмі крові, застосуванні деяких фармакологічних препаратів. Можливі причини або фактори, які впливають на показники ШОЕ наведено у таблиці 2 і 3 та перелік захворювань, що супроводжуються підвищенням ШОЕ.

Таблиця 2. Фактори, що впливають на ШОЕ

| № | Прискорення ШОЕ | Уповільнення ШОЕ |
|----|---|---|
| 1. | Анемія | Поліцитемія |
| 2. | Вагітність | Зміна розмірів і форми еритроцитів (деякі види анемії) |
| 3. | Підвищений вміст ліпідів у крові (порушення метаболізму) | Підвищений вміст жовчних кислот у крові |
| 4. | Алкалоз | Ацидоз |
| 5. | Температура зовнішнього середовища, в якій знаходився капіляр для дослідження ШОЕ, підвищена чи нижче 22 градусів | Температура зовнішнього середовища, в якому знаходився капіляр для дослідження ШОЕ, нижче 22 градусів |

Уповільнення ШОЕ буває при виразковій хворобі шлунку, деяких захворюваннях печінки, при еритроцитозі (підвищенні числа еритроцитів в

крові). При захворюваннях, що супроводжуються змінами форми еритроцитів гемоглобінопатія, сфероцитоз, анізоцитоз; захворюваннях, пов'язаних зі збільшенням в крові жовчних пігментів і жовчних кислот (гепатити різної етіології, вплив деяких лікарських препаратів).

При поліцитемії осіданню еритроцитів перешкоджає підвищення в'язкості крові і ШОЕ настільки мала, що її неможливо визначити, або вона дорівнює 1-2 мм/год.

Таблиця 3. Причини підвищення ШОЕ та перелік захворювань, що супроводжуються її підвищенням

| № | Інфекції | Перелік захворювань |
|----|---|---|
| 1. | Більшість бактеріальних інфекцій (переважно гострі) | Інфекції верхніх і нижніх дихальних шляхів. Інфекції сечовивідних шляхів. Туберкульоз легень |
| 2. | Вірусні інфекції | Вірусні гепатити |
| 3. | Злоякісні пухлини | Легень, бронхів, носоглотки; молочної залози, яєчників, матки, нирок, підшлункової залози, товстих кишок |
| 4. | Ревматологічні захворювання | Ревматизм, ревматоїдний артрит у тварин |
| 5. | За захворювання нирок | Гломерулонефрит, нефротичний синдром, пієлонефрит |
| 6. | Інші стани | Анемія, запальна патологія органів малого тазу, кишечника, жовчного міхура, підшлункової залози, лорпатологія (синусити, отити), Стани після хірургічних втручань |

Механізм підвищення ШОЕ

Осідання еритроцитів у вертикально розташованому капілярі відбувається під впливом сили земного тяжіння за рахунок того, що відносна щільність еритроцита більша від щільності плазми.

У нормі зовнішня поверхня кожного еритроцита має негативний заряд, обумовлений присутністю сіалових кислот, що входять до складу клітинних мембран. Однаковий заряд викликає сили відштовхування між клітинами. В результаті еритроцити знаходяться в підвішеному стані, осідають повільно, що і визначає нормальну ШОЕ.

Процес осідання (седиментації) еритроцитів можна розділити на 3 фази, які відбуваються з різною швидкістю. Спочатку еритроцити повільно осідають

окремими клітинами. Потім вони утворюють *агрегати* - «монетні стовпчики», і осідання відбувається швидше. У третій фазі утворюється дуже багато агрегатів еритроцитів, їх осідання спочатку сповільнюється, а потім поступово припиняється.

При патологічних процесах на поверхні еритроцита накопичується велика кількість молекул білка (фібриногену, гамма-глобуліну та ін.), які не тільки *послаблюють електростатичний заряд*, а й сприяють склеюванню (*агрегації*) еритроцитів між собою у вигляді монетних стовпчиків. Відносна щільність кожного агрегату в розрахунку на одиницю його обсягу збільшується, агрегати починають швидше опускатися вниз і швидкість осідання еритроцитів збільшується. ШОЕ іноді ще називають *пробою на колоїдну стійкість крові*, оскільки саме розчинені в ній білки мають найбільший вплив на даний показник. Причому, альбуміни, складають в нормі до 60% від загальної кількості білка крові, перешкоджають осіданню еритроцитів, а збільшення глобулінів і фібриногену, навпаки, прискорює ШОЕ.

Таким чином, підвищена ШОЕ відображає стандартну ситуацію в білковому складі крові (за рідкісним винятком): збільшення фібриногену, збільшення альфа- і гамма-глобулінів, зниження альбуміну.

Лейкоцити

Лейкоцити (від греч. λευκος — білий; κύτος - клітина). Це безбарвні кров'яні клітини, які містять ядро й цитоплазму. Здатні до самостійного пересування, тому лейкоцити є не тільки в кров'яному руслі, а й у будь-якій іншій ділянці тіла.

Вміст лейкоцитів в крові не є постійним, а динамічно змінюється в залежності від часу доби і функціонального стану. *Найменше лейкоцитів в крові вранці*, але зазвичай їх кількість дещо підвищується до вечора, після прийому їжі, а також після фізичного та емоційного напруження. У здорових тварин співвідношення між усіма видами лейкоцитів досить постійне і зміна його служить ознакою різних захворювань. При інфекційних і деяких інших захворюваннях їх число різко збільшується (*лейкоцитоз*). При променевої хворобі спостерігається значне зменшення числа лейкоцитів (*лейкопенія*). Лейкоцитози можуть бути фізіологічні і патологічні, тоді як лейкопенії зустрічаються тільки при патології.

Функції лейкоцитів

1. Проникнення через стінку капілярів і вихід за межі вогнища запалення.
2. Фагоцитоз - процес поглинання і перетравлення мікроорганізмів.
3. Лейкоцити виробляють лейкоїни, які призводять до загибелі мікроорганізмів і нейтралізації їх токсинів.
4. Лейкоцити формують імунітет.

Види лейкоцитів

Лейкоцити розрізняються за походженням, функціями і зовнішнім виглядом. Деякі з лейкоцитів здатні захоплювати і перетравлювати чужорідні мікроорганізми (фагоцитоз), а інші можуть виробляти антитіла.

За будовою лейкоцити поділяють на дві великі групи: зернисті, або *гранулоцити*, і незернисті, або *агранулоцити*. У перших є ядро різних форм, вони здійснюють фагоцитоз.

Зернисті лейкоцити, або гранулоцити - клітини, з великим сегментованим ядром, що мають в цитоплазмі велику кількість гранул. У гранулах містяться ферменти, необхідні для здійснення внутрішньоклітинного перетравлення чужорідних речовин.

Залежно від здатності сприймати барвники вони поділяються на нейтрофіли, еозинофіли і базофіли. Своє найменування клітини зернистого ряду отримали від здатності забарвлюватися фарбами: еозинофіли сприймають кислу фарбу (еозин), базофіли - лужну (гематоксилін), а нейтрофіли - і ту, і іншу. Найчисленніші і найактивніші - це нейтрофіли (70 % від загального числа). Ядра всіх гранулоцитів розділені на 2-5 частин, з'єднаних між собою нитками. Тому їх ще називають сегментолейкоцитами. Молоді форми нейтрофілів з ядрами у вигляді паличок називаються паличкоядерними, а ті, що мають вигляд овалу називають юними.

Незернисті лейкоцити, або агранулоцити - клітини, які не мають специфічної зернистості і містять просте несегментоване ядро; до них відносяться лімфоцити і моноцити. Найбільші агранулоцити - моноцити - мають ядро в формі боба або овалу. Лімфоцити, найменші з лейкоцитів, мають велике округле ядро, оточене тонким ободком цитоплазми; що поділяються на малі (90 %) і великі (10 %).

Лейкоцитарна формула

Для клінічних досліджень велике значення має не лише загальна кількість лейкоцитів, а й відсоткове співвідношення всіх видів лейкоцитів, що отримало назву лейкоцитарної формули, або лейкограми. Дослідження кількості і співвідношення лейкоцитів є важливим етапом в діагностиці захворювань. Лікарі стежать за кількістю лейкоцитів, оскільки будь-яка її зміна часто є ознакою хвороби або інфекції.

Кількість лейкоцитів може змінюватися, підвищення їх кількості називається лейкоцитозом: фізіологічний лейкоцитоз відзначається під час вживання їжі, при вагітності, м'язовій роботі, сильних емоціях, болі.

Реактивні запальні й інфекційні захворювання викликають втрату основних функцій лейкоцитів та зміну їх кількості у крові. Найважче захворювання – *лейкоз*. При лейкозі лейкоцити недиференційовані і не здатні виконувати свої захисні функції. Хронічні інфекційні захворювання супроводжуються *лімфоцитозом*; при глистяних захворюваннях підвищується процент вмісту еозинофілів – їх кількість може досягати більше 10000 в мм³; при кількості менш ніж 4000 тис/мм³ настає *лейкопенія*, яка може виникати при пригніченні діяльності кровотворних тканин (променева хвороба, підвищення

радіоактивності).

Для встановлення діагнозу захворювання в клінічній практиці користуються лейкоцитарною формулою, тобто процентним вмістом різних форм лейкоцитів, що змінюється у зв'язку з різними хворобам. Так, наприклад, при бактеріальних інфекціях відмічається збільшення кількості нейтрофілів та зниження кількості еозинофілів та лімфоцитів.

Лімфа та її фізіологічне значення.

Тканинна рідина, що утворилася при проходженні крові по капілярах, повертається у кров'яне русло двома шляхами: частина тканинної рідини потрапляє в кровеносні капіляри (венозні), а друга частина проникає у замкненні з одного кінця лімфатичні капіляри й з цього моменту має назву *лімфа*.

Лімфа – прозора або жовтого кольору рідина (плазма, лімфоцити). Лімфатичні капіляри, з'єднуючись утворюють лімфатичні судини, стовбури. По ходу лімфатичних судин розташовані лімфатичні вузли, у лімфатичних вузлах затримуються й накопичуються лімфоцити, що циркулюють у крові та лімфі. Вони утворюють антитіла й складають важливу частину імунної системи. Крім того, лімфатичні вузли відфільтровують бактерії, чужорідні частки, які поглинаються фагоцитами.

Лімфа рухається по судинах завдяки скороченню оточуючих м'язів, а її зворотному рухові перешкоджають кишенькові клапани. Лімфатичні судини від нижніх кінцівок, з'єднуючись з лімфатичними судинами травного каналу, утворюють грудну лімфатичну протоку. Від правої верхньої частини тіла лімфа збирається у праву лімфатичну протоку, яка впадає в правий венозний кут.

Функції лімфи: транспорт речовин, захист, обмін речовин.

Основну роль виконують захисні речовини (плазма), лізоцим, комплемент, інтерферон. *Лізоцим* (мурамідаза) - білок, що виявляє високу протеолітичну активність, руйнує **пептидоглікан** бактеріальних мембран. Він міститься в білку курячого яйця, у слині, слюзах, у складі кишкового соку, скелетних м'язях, мозку, а також у гранулах нейтрофільних гранулоцитів. Крім бактеріолітичної дії лізоцим стимулює також синтез антитіл.

Комплемент - термочутливий (інактивується нагріванням) комплекс з більш ніж 20 білків, здатних до самоорганізації в систему. Більшість білків цієї системи перебувають у плазмі крові в неактивному стані у вигляді проферментів, які активуються в певній послідовності у разі контакту з бактеріями й вірусами. Активація комплексу спричинює бактеріолізис, стимулює фагоцитоз, продукцію та виділення тканинами речовин, які беруть участь у запальних процесах. В активації комплексу бере участь білок сироватки крові **пропердин**, який має виражену антибактеріальну та противірусну активність.

Інтерферон – низькомолекулярний білок, що продукується лейкоцитами, діє на клітини, інфіковані вірусом, не прямо, а стимулюючи вироблення противірусних речовин сусідніми неінфікованими клітинами макроорганізму. Утворюється в клітинах у відповідь на вірусну інфекцію і діє в більшій або меншій мірі проти всіх вірусів.

Катіонні білки - *дефензини* та *гістони* - виявляють високу антибактеріальну та противірусну активність; ферменти активного кисню НАД-

залежні флавінові оксидази генерують **активні форми кисню** (синглетний O_2 , супероксидний O_2 , H_2O_2), які окиснюють чужорідні внутрішньоклітинні включення; білок **лактоферин** знищує бактерії, конкуруючи з ними за залізо середовища.

Тромбоцити

Кров'яні пластинки, тромбоцити - плоскі клітини неправильної округлої форми діаметром 2 - 5 мкм утворюються з гігантських клітин червоного кісткового мозку - мегакаріоцитів. Вони менші від половини еритроцита, але мають велику кількість гранул (до 200) різної будови.

При зіткненні з поверхнею, що відрізняється за своїми властивостями від ендотелію, тромбоцит активується, розпластується і у нього з'являється до 10 зазубрин і відростків, які можуть в 5-10 разів перевищувати діаметр тромбоцита. Наявність цих відростків важлива для зупинки кровотечі.

Значна частина тромбоцитів депонована в селезінці, печінці, легенях і в разі необхідності надходить у кров. Після годівлі, м'язової робот підвищується їх вміст в крові. Мають місце **добові коливання**: вдень **тромбоцитів більше**, ніж вночі. Збільшення числа тромбоцитів носить найменування **«тромбоцитоз»**, зменшення - **«тромбоцитопенія»**. У природних умовах число тромбоцитів піддається значним коливанням (**кількість їх зростає при больовому подразненні, фізичному навантаженні, стресі**), але рідко виходить за межі фізіологічної норми. Як правило, тромбоцитопенія є ознакою патології і спостерігається при променевої хворобі, вроджених і набутих захворюваннях системи крові.

Основна функція тромбоцитів пов'язана з їхньою участю в згортанні крові, яка запобігає кровотечі і виходу крові з кровоносної судини. Спільно з білками плазми крові (наприклад, фібриноген) вони забезпечують згортання крові, яка витікає з пошкодженої судини, приводячи до зупинки кровотечі і тим самим захищаючи організм від крововтрати (рис.5).

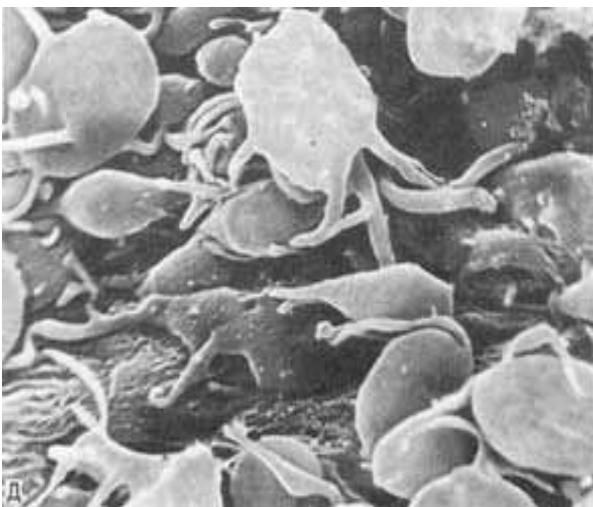


Рис. 5. Тромбоцити, які прилипли до стінки аорти в зоні пошкодження ендотеліального шару.

При пошкодженні кровоносних судин тромбоцити руйнуються. При цьому з них виходить в плазму ряд речовин, необхідних для формування кров'яного згустку - тромбу. Як правило, утворення тромбу супроводжується звуженням кровоносних судин. Цьому сприяє виділення при руйнуванні кров'яних пластинок особливої судинозвужувальної речовини.

Тромбоцити допомагають "ремонтувати" кровоносні судини, прикріплюючись до пошкоджених стінок. Здатність тромбоцитів прилипати до чужорідної поверхні (адгезія), а також склеюватися між собою (агрегація) відбувається під впливом різноманітних причин.

Тромбоцити продукують і виділяють ряд біологічно активних речовин: серотонін (речовина, що викликає звуження кровоносних судин, що зменшує кровоток), 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 стінок судини і частково закривають судину, 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 беруть участь в *захисті організму від чужорідних агентів*. Вони здатні до *пересування* за рахунок утворення *псевдоподій* і *фагоцитозу* сторонніх тіл, вірусів, імунних комплексів, тим самим, виконуючи захисну функцію. Тромбоцити є *джерелом лізоциму і β-лізину*, здатних руйнувати мембрану деяких бактерій. Крім того, в їх складі виявлені пептидні фактори, що викликають перетворення «нульових» лімфоцитів (0-лімфоцити) в Т- і В-лімфоцити. Ці сполуки в процесі активації тромбоцитів виділяються в кров і при травмі судин захищають організм від попадання хвороботворних мікроорганізмів.

Тромбоцити містять велику *кількість серотоніну і гістаміну*, які впливають на величину просвіту і проникність капілярів, визначаючи тим самим стан гістогематичних бар'єрів.

Відносно недавно встановлено також, що тромбоцити грають найважливішу роль в загоєнні і регенерації пошкоджених тканин, звільняючи з себе в пошкоджені тканини чинники росту, які стимулюють поділ і ріст пошкоджених клітин. ***Тромбоцити утворюються в червоному кістковому мозку і селезінці з гігантських клітин мегакаріоцитів.*** Руйнування їх відбувається в селезінці.

Продукування тромбоцитів регулюється тромбоцитопоетинами. Тромбоцитопоетини утворюються в кістковому мозку, селезінці, печінці. Розрізняють тромбоцитопоетини короткочасної і тривалої дії. Перші посилюють відщеплення тромбоцитів від мегакаріоцитів і прискорюють їх надходження в кров. Другі сприяють диференціюванню і дозріванню мегакаріоцитів.

Тривалість життя тромбоцитів становить від 5 до 11 днів. Руйнуються кров'яні пластинки в клітинах системи макрофагів. Кількість тромбоцитопоетинів підвищується при запаленні, необоротній агрегації тромбоцитів.

Система гомеостазу

Під терміном «гемостаз» розуміють комплекс реакцій, спрямованих на зупинку кровотечі при травмі судин, але значення системи гемостазу набагато складніше і ширше. Фактори гемостазу беруть участь в збереженні рідкого стану крові, резистентності судинної стінки, впливають на інтенсивність репаративних процесів і ін.

Прийнято розрізняти судинно-тромбоцитарний гемостаз та процес згортання крові. У першому випадку мова йде про зупинку кровотечі з дрібних судин з низьким кров'яним тиском, діаметр яких не перевищує 100 мкм, у другому - про боротьбу з крововтратою при пошкодженнях артерій і вен. Такий поділ носить умовний характер, тому що при пошкодженні як дрібних, так і великих кровоносних судин завжди поряд з утворенням тромбоцитарної пробки здійснюється згортання крові. Згортання крові відбувається зазвичай при кровотечі з судин в результаті взаємодії спеціальних білків, ферментів та інших речовин.

У механізмі згортання крові беруть участь понад 40 компонентів.

Основними є три:

1. тромбоцити;
2. фермент протромбін (знаходиться в плазмі крові);
3. білок фібриноген (розчинений в плазмі крові).

Протромбін і тромбопластин тромбоцитів є неактивними ферментами, тому в звичайних умовах кровотоку згортання крові не відбувається. Процес згортання крові при пораненні судин дуже складний і зводиться в кінцевій стадії до того, що фібриноген плазми крові перетворюється на нерозчинний білок фібрин, який має волокнисту будову. В результаті цього і утворюється згусток крові, що складається з переплечених ниток фібрину, між якими знаходяться формені елементи крові. При схематичному викладі процесу згортання крові в ньому можна виділити три фази.

Перша за часом фаза - утворення активного кров'яного (або повного) тромбопластину. Він утворюється в результаті взаємодії тромбопластину тромбоцитів та інших речовин, що містяться в кров'яних пластинках, з деякими білками (різні глобуліни) та іншими компонентами плазми крові. Ця взаємодія відбувається під час кровотечі, при якій кров'яні пластинки від зіткнення з краями рани руйнуються і з них в плазму надходять різні речовини, що беруть участь в згортанні крові. У згортанні крові бере участь також тканинний тромбопластин, що виділяється в плазму крові з тканин при їх пораненні.

Друга фаза полягає в тому, що під впливом активного тромбопластину в присутності іонів кальцію неактивний протромбін плазми крові перетворюється в активний фермент тромбін.

У *третьій* фазі під впливом активного тромбіну фібриноген перетворюється на фібрин - утворюється згусток крові. Висока температура прискорює згортання крові, на холоді ж воно різко сповільнюється.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Не дивлячись на те, що для лабораторної діагностики крові є багато різних електронних пристроїв, здобувачу пропонується навчитись оволодіти простими(технічно) методиками їх визначення.

Робота 1

Визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) за методом Панченкова

Мета роботи: оволодіти методикою визначення швидкості осідання еритроцитів; розібрати механізм осідання еритроцитів та причини змінення ШОЕ.
Для роботи необхідно: 5% розчин цитрату натрію, апарат Панченкова (рис. 6), капіляри, донорська кров.

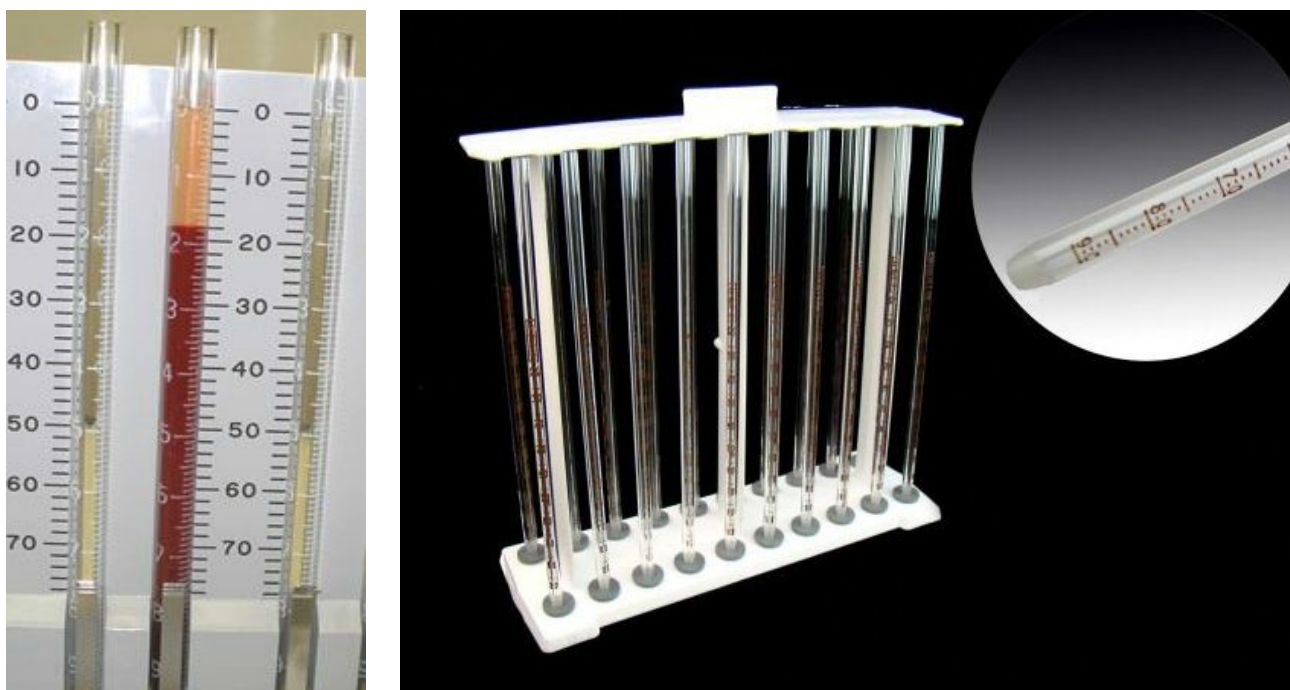


Рис. 6. Визначення ШОЕ за методом Панченкова.

Хід роботи. Для визначення швидкості осідання еритроцитів використовується прибор Панченкова, що складається з штативу, в якому затискаються у вертикальному положенні спеціальні капіляри. На капілярах є шкала (в мм), яка складається з 100 поділок, мітки: «К» (кров) на рівні нуля та «Р» (реактиви) на рівні 50 мм.

1. Капіляр приладу промивають у 5 % розчині цитрату натрію.
2. Набирають розчин у капіляр до позначки Р/50 і виливають його на предметне скло.
3. Двічі набирають капіляром кров до позначки К(0), тримаючи при цьому капіляр горизонтально, випускають обидві порції крові на покривне

скло у розчин цитрату натрію. Таким чином, кров розбавляється у співвідношенні 1:4.

4. Порції крові швидко перемішують і відразу ж набирають у капіляр до позначки К (0).

5. Верхній кінець капіляра затискають вказівним пальцем, а нижній ставлять у штатив вертикально і засікають час.

6. Через годину вимірюють за шкалою капіляра висоту стовпчика плазми (у мм), що утворилась за одну годину внаслідок осідання еритроцитів. Це і являється значенням ШОЕ.

Висновки. Порівнюють отримані дані з нормою і роблять висновки. Швидкість осідання еритроцитів в нормі та за патології.

Контрольні питання

1. Що таке ШОЕ та її значення?
2. Механізм підвищення ШОЕ.
3. Метод визначення ШОЕ.
4. Фактори, що впливають на ШОЕ.

Робота 2

Визначення кількості гемоглобіну в крові по Салі

Мета роботи: оволодіти методикою визначення кількості гемоглобіну; визначити основні властивості і значення гемоглобіну.

Для роботи необхідно: гемометр Салі (рис. 7), 0,1N розчин HCl, капілярна піпетка, нативна кров, дистильована вода.

Хід роботи

1. У градуйовану пробірку гемометра Салі піпеткою наливають до нижньої колової риски 0,1N розчин HCl (0,2 мл).
2. Капілярною піпеткою насмоктують 20 мкл крові та, обтерши її кінчик ватою, видувають кров на дно градуйованої пробірки з 0,1N розчином HCl так, щоб верхній шар соляної кислоти залишався прозорим. Не виймаючи капіляру, **тричі** промивають його соляною кислотою, що знаходиться над кров'ю, але так обережно, щоб рідина не спінювалась.
3. Суміш старанно перемішують шляхом струшування пробірки і ставлять на 5 хвилин у корпус гемометра. Еритроцити гемолізуються і розчин набуває інтенсивно бурого кольору (у пробірці утворюється солянокислий гематин).
4. Потім до пробірки додають краплями дистильовану воду до тих пір, поки колір розчину в градуйованій пробірці не буде зовсім однаковим з кольором стандартного розчину у бічних пробірках (додаючи воду, розчин перемішують склянкою паличкою).

5. За нижнім меніском визначають за шкалою пробірки концентрацію гемоглобіну в грам-процентах (г %).
6. Порівнюють отримані дані з нормою і роблять висновки.

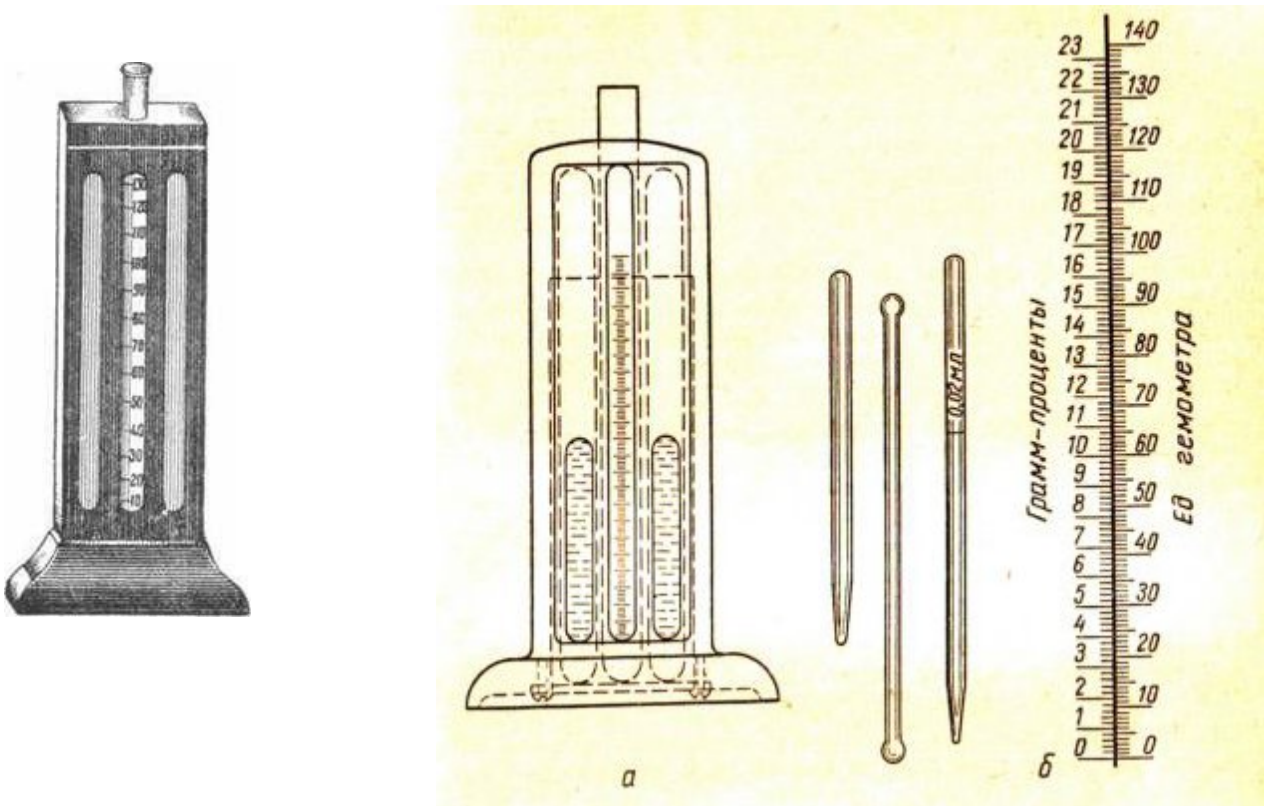


Рис. 7. Гемометр Салі

Контрольні питання

1. Гемоглобін, його склад, властивості та значення.
2. Форми гемоглобіну.
3. Методи визначення кількості гемоглобіну.
4. Нормативні показники вмісту еритроцитів та гемоглобіну.

Робота 3

Підрахунок кількості еритроцитів у крові

Мета роботи: оволодіти методикою визначення кількості еритроцитів, визначити їх кількість у людини; визначити основні властивості і значення еритроцитів.

Для роботи необхідно: мікроскоп, камера Горяєва, змішувач, покривне скельце, фізіологічний розчин (3 % розчин NaCl), донорська кров. Камера Горяєва (рис. 9) виготовлена з товстого скла, поперечні борозни ділять її на три пластинки (дві бічні та одну середню). Середня пластинка розміщена на 0,1 мм нижче від бічних і розділена додатково поперечною борозенкою на дві рівні частини, на кожній з яких є сітка (рис. 9). Камера

має глибину 0,1 мм, а площа сітки становить 9 мм^2 . Сітка розділена на 225 великих квадратів (рис. 11-13), з яких 15 розміщені по горизонталі, а 15 – по вертикалі. Частина великих квадратів, через два на третій, розділена додатково на 16 малих квадратів, сторона кожного такого квадрата дорівнює $1/20 \text{ мм}$. Об'єм камери, що відповідає маленькому квадрату завжди дорівнює $1/4000 \text{ мм}^3$.

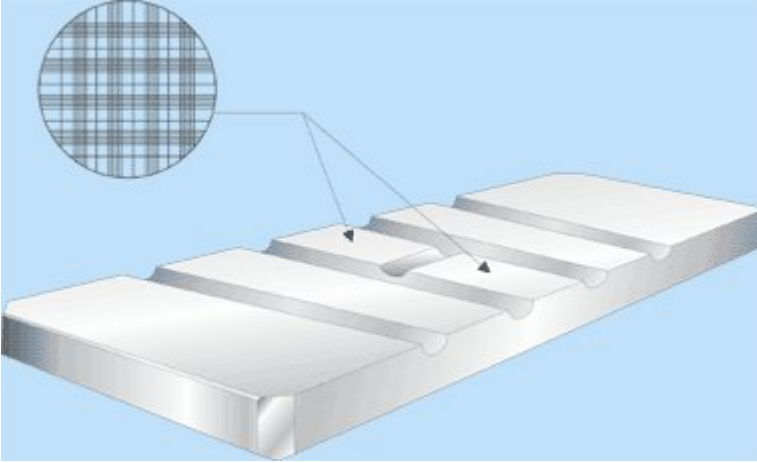


Рис. 9. Зовнішній вигляд камери Горяєва

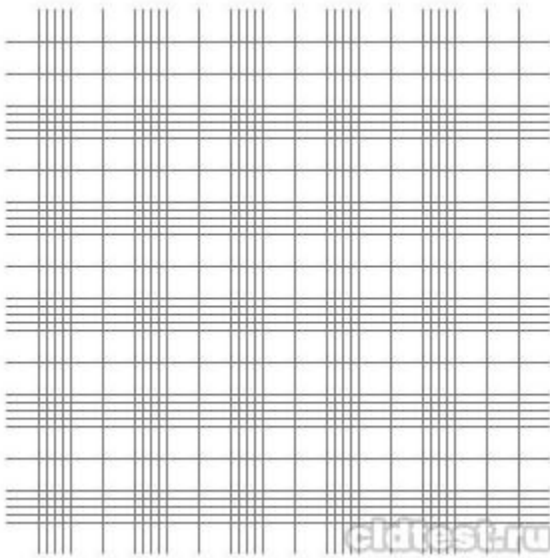


Рис.10. Сітка камери Горяєва
квадрати сітки камери Горяєва

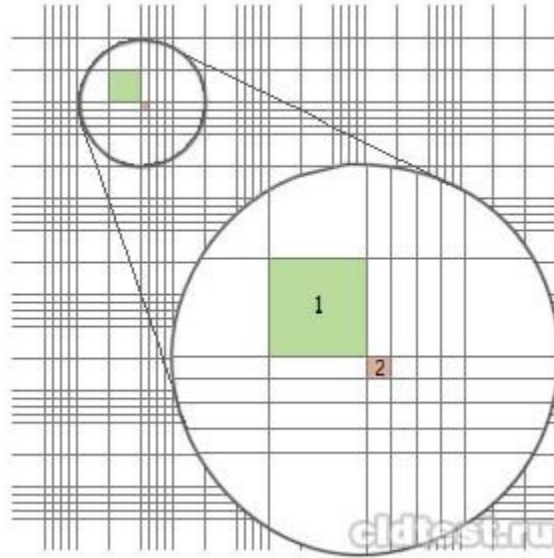


Рис 11. Великий (1) і малий (2)

Змішувач являє собою вузький капіляр з широкою ампулою, всередині якої є червона намистинка. Змішувач має позначки 0,5; 1 і 101.

Хід роботи.

1. До бічних країв лічильної камери щільно притирають накривне скло легкими натисканнями на краї великими пальцями правої і лівої рук до появи райдужних кілець (кільця Ньютона).

2. Кров за допомогою гумової трубочки насмоктують у змішувач еритроцитів до позначки 0,5, тримаючи його при цьому горизонтально.

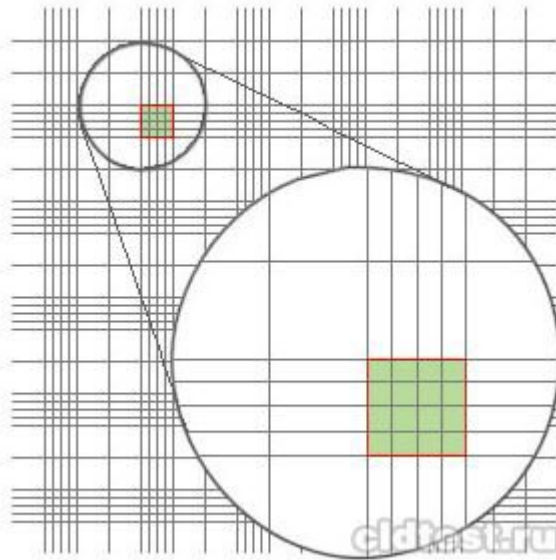
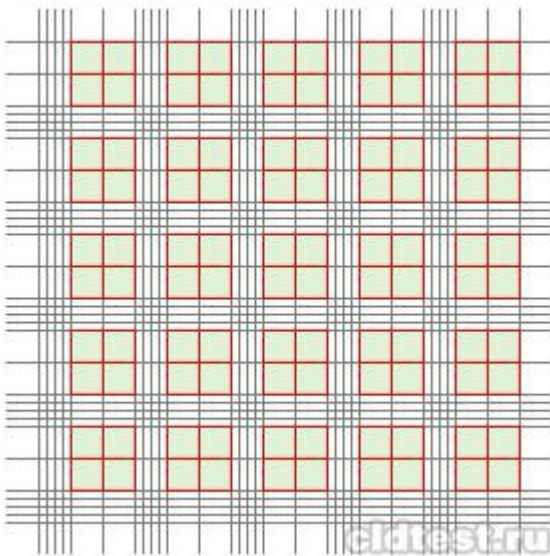


Рис 12. 100 великих квадратів сітки
Горяєва

Рис 13. Великий квадрат камери

розділений на 16 малих квадратів камери Горяєва

3. Опускають змішувач у склянку з 1 % розчином NaCl і, тримаючи його під кутом, заповнюють змішувач розчином до позначки 101 (кров при цьому розбавляється у 200 разів). Потім, затиснувши змішувач між великим і середнім пальцями, струшують його протягом 2-3 хвилин.

4. Перші 2-3 краплі видаляють, а потім заповнюють лічильну камеру, приклавши змішувач з краплею, що виходить, до краю покривного скла. Після заповнення камеру залишають на 2-3 хвилини, щоб еритроцити осіли на дно і рух їх припинився.

5. Лічильну камеру встановлюють на предметному столику мікроскопа, направляють освітлення і, встановивши окуляр $\times 10$ або $\times 15$ при об'єктиві 8, роблять загальний огляд. Підрахунок еритроцитів роблять при великому збільшенні об'єктива.

6. Приступають до підрахунку еритроцитів в п'яти великих квадратах (що становить 80 маленьких), розташованих по діагоналі. Для усунення дворазового підрахунку клітин, які лежать на межі малих квадратів, керуються **правилом Єгорова**: еритроцитами, які відносяться до даного квадрату, вважаються ті, що лежать як у середині квадрата, так і на лівій та верхній межах (рис. 14).

7. Кількість еритроцитів в 1 мкл крові обчислюють за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 4000 \cdot 200}{80} = A \times 10\,000,$$

де: X – кількість еритроцитів 1 мкл крові;

A – кількість еритроцитів у великих квадратах (80 маленьких);

200 – ступінь розбавлення крові;

4000 – фактор перерахунку кількості еритроцитів 1 мкл;

80 – кількість підрахованих квадратів.

8. Порівнюють отримані результати з нормою та роблять висновки.

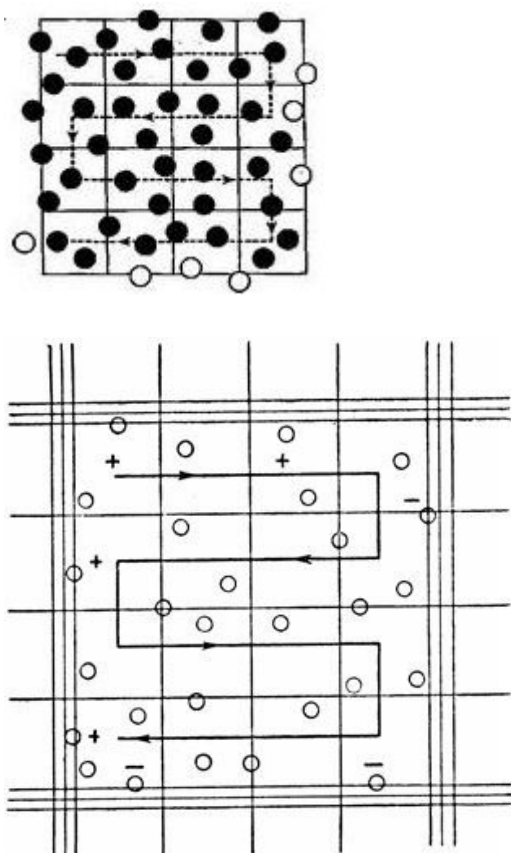


Рис. 14. Підрахунок кількості еритроцитів за правилом Єгорова.

Робота 4

Підрахунок кількості лейкоцитів у крові

Мета роботи: оволодіти методикою визначення кількості лейкоцитів, визначити їх кількість; визначити основні властивості і значення лейкоцитів.

Для роботи необхідно: мікроскоп, камера Горяєва, змішувач, покривне скельце, 3-5 % розчин оцтової кислоти з метиленовим синім, донорська кров.

Хід роботи.

1. Розвести зразок досліджуваної крові в 20 разів 3-5 % розчином оцтової кислоти з метиленовою синню. Для цього в чисту суху пробірку наливають 0,4 мл 5%-го розчину оцтової кислоти, яка підфарбована метиленовою синню, і вводять туди 20 мкл досліджуваної крові. Оцтова кислота руйнує еритроцити, а метиленова синь забарвлює ядра лейкоцитів.

2. Камеру і покривне скло насухо протерти марлею. Не допускається використання для протирання ватних тампонів, через що волокна залишаються на склі. Обережно притерти покривне скло до камери, злегка натискаючи на нього до появи кольорових кілець Ньютонa.

3. Краплю розведеної крові ввести під притерте покривне скло в лічильну камеру. Лейкоцити підраховують при малому збільшенні мікроскопа в 25 великих квадратах сітки Горяєва за правилом Єгорова. Заповнити камеру розведеною кров'ю і витримати 1 хвилину для припинення руху клітин. При малому збільшенні (окуляр $\times 10$, об'єктив $\times 8$) порахувати лейкоцити в 100 великих квадратах.

4. Розрахунок числа лейкоцитів здійснюють, виходячи з розведення крові (20) і числа великих квадратів (100), за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 4000 \cdot 20}{400},$$

де: X - кількість лейкоцитів в 1 мкл крові;

a - кількість лейкоцитів, порахованих в 25 великих (400 маленьких) квадратах камери Горяєва;

20 – ступінь розведення крові;

4000 - фактор перерахунку для визначення кількості лейкоцитів в 1 мкл.

Контрольні питання

1. Форма еритроцитів і їх розмір.
2. Функції еритроцитів та лейкоцитів.
3. Фізіологічні коливання кількості еритроцитів та лейкоцитів.
4. Методи визначення кількості еритроцитів та лейкоцитів.
5. Загальні властивості лейкоцитів.
6. Типи лейкоцитів.
7. Що таке лейкоцитарна формула?
8. Метод визначення кількості лейкоцитів.
9. Загальні властивості тромбоцитів.
10. Функції тромбоцитів.
11. Методи визначення кількості тромбоцитів.
12. Механізми зупинки кровотечі.
13. Основи процесу згортання крові.
14. Методи визначення часу згортання крові.

Групи крові у тварин

Групи крові існують у всіх хребетних тварин. Вже у риб виявлено групи крові, причому різні у різних видів однієї родини: у райдужної форелі - 3 групи, у тайменя - 4; у каліфорнійської сардини знайдено дві системи груп крові. Земноводні та плазуни обстежені значно менше, проте і у них виявлено не тільки видові, а й групові (внутрішньо- видові) гемаглютиніни.

Цікаво, що у деяких амфібій знайдено антиген, ідентичний до D- антигену людини. Птахи мають багато груп крові, у курей їх знайдено більше 10.

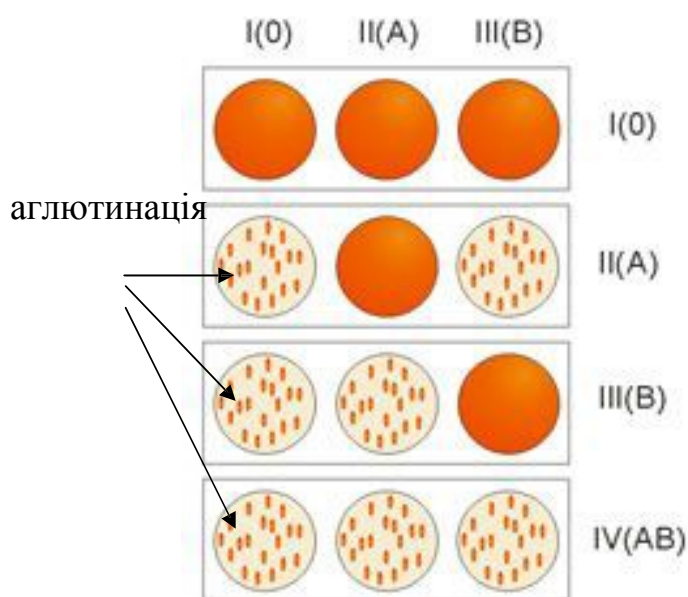
Групи крові у ссавців, особливо у свійських тварин, вивчено краще, і у більшості з них також виявлено велику кількість груп крові: у коней - 11, великої рогатої худоби і свиней - 10 різних систем груп крові, у овець - 3 системи груп крові, дві з яких є ідентичними до груп крові у великої рогатої худоби. І лише у людиноподібних мавп групи крові подібні до тих, що є у людей. Так, майже у всіх досліджуваних шимпанзе кількісно переважає група А, виявлено антигени Rh (D і M), але не знайдено антигенів груп крові S, P і Lu.

Біологічне значення поліморфізму груп крові у людини і тварин (див. нижче) ще не з'ясовано. Можливо, це є проявом постійно діючої еволюції виду. Принаймні можна стверджувати, що практично кожний індивід імунологічно неповторний і, що надзвичайно важливо, імунна система людини здатна відрізнити «свої» клітини і білки від «чужих».

Групу крові встановлюють в залежності від аглютинації.

1. При відсутності аглютинації з усіма трьома сироватками кров належить до I (O) групи.
2. При аглютинації з сироватками I та III груп кров належить до II (A) групи.
3. При аглютинації з сироватками I та II груп кров належить до III (B) групи.
4. При аглютинації з сироватками I, II, III груп кров належить до IV (AB) групи.

Рис. 15. Схема визначення груп крові при використанні 3-х стандартних сироваток



Розподіл груп крові (у людей) географічно

Існують певні особливості географічного розподілу груп крові. Так, у Центральній Європі кількісні співвідношення між людьми, що мають різні групи крові, є такими: більше 40 % жителів Центральної Європи мають групу крові II (A), приблизно 40 % - групу I (O), більше 10 % III (B), і близько 6 % - групу IV (AB). У 90 % корінних жителів Америки відзначена група I (O). Більше 20 % населення Центральної Азії мають групу крові III (B).

Таблиця 4. Успадкування груп крові у людини

| № з/п | Батько | Мати | У дитини може бути |
|-------|---------|----------|----------------------------------|
| 1 | (O) I | (O) I | I (O) |
| 2 | (O) I | A (II) | I (O); II (A) |
| 3 | (O) I | B (III) | I (O); III (B) |
| 4 | (O) I | (AB) IV | II (A); III (B) |
| 5 | (A) II | (A) II | I (O); II (A) |
| 6 | (A) II | AB (III) | I (O); II (A); III (B); IV (A;B) |
| 7 | (B) III | B (III) | I (O); III (B) |
| 8 | (A) II | (AB) IV | II (A); III (B); IV (A;B) |
| 9 | (B) III | (AB) IV | II (A); III (B); IV (A;B) |
| 10. | (AB) IV | (AB) IV | II (A); III (B); IV (A;B) |

Таблиця 5.

Можливий розподіл, у відсотках, належності крові дитини до Rh-позитивної та Rh-негативної крові від резус-фактора батьків

| | Батько | Мати | Дитина |
|----|--------|------|------------------------------|
| 1. | + | + | 75-100 % Rh + 0-25 % Rh - |
| 2. | + | - | 75-100 % Rh + 0-25 % Rh - |
| 3. | - | + | 75-100 % Rh + 0-25 % Rh - |
| 4. | - | - | 100 % Rh- |

Цікаво, що існують певні особливості географічного розподілу крові за резус- фактором В у індіанців Америки та корінних жителів Полінезії антигену D взагалі немає.

Нерівномірно поширений і Rh-фактор серед європейців:

найбільше Rh-негативних людей в Англії — 15,6 %, а евенки Магадану усі мають Rh-негативну кров.

Таблиця 6. Розподіл частоти реєстрації Rh-позитивної та Rh-негативної крові у людей різних національностей

| Національність | Частота реєстрації, % | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| | Резус-позитивні | Резус-негативні |
| Українці | 86 | 15 |
| Норвежці | 85 | 15 |
| Араби | 72 | 28 |
| Ескімоси | 99-100 | 0-1 |
| Мексиканці | 100 | 0 |
| Американські індіанці | 90-98 | 2-10 |
| Австралійські аборигени | 100 | 0 |
| Китайці | 98-100 | 0-2 |
| Японці | 99-100 | 0-1 |
| Баски | 64 | 36 |

Підрахунок **лейкоцитарної формули (лейкограма)** проводиться лаборантом клініки і є процентним співвідношенням різних видів лейкоцитів, що визначається при підрахунку їх в забарвленому мазку під мікроскопом (збільшення об'єктива x100).

Визначення **швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ)** проводиться в капілярі Панченкова протягом 1 години.

Підрахунок **лейкоцитарної формули (лейкограма)** проводиться лаборантом клініки і є процентним співвідношенням різних видів лейкоцитів, що визначається при підрахунку їх в забарвленому мазку під мікроскопом (збільшення об'єктива x100).

Визначення **швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ)** проводиться в капілярі Панченкова протягом 1 години.

Проведемо порівняльну характеристику гематологічних показників крові людини і тварин.

Референтні показники крові у людини

| Показники крові | Нормативні значення |
|---|----------------------------|
| Загальні білки | біля 7,2 % (в плазмі) |
| Сироватковий альбумін | 4 % |
| Сироватковий глобулін | 2,8 % |
| Фібриноген | 0,4 % |
| Мінеральні солі | 0,9—0,95 % |
| Глюкоза | 3,33—5,55 ммоль/л |
| Гемоглобін, г/л | |
| Чоловіки | 130 - 160 |
| Жінки | 120 - 140 |
| Еритроцити, млн/мл | |
| Чоловіки | 4,5 - 5,0 |
| Жінки | 4,0 - 4,5 |
| Гематокрит, % | |
| Чоловіки | 40 - 48 |
| Жінки | 36 - 42 |
| Середній вміст гемоглобіну в еритроциті, пг | 27 - 31 |
| Середній об'єм еритроциту, мкм ³ | 80 - 100 |
| Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, г/дл | 30 - 38 |
| Ретикулоцити, ‰ (або %) | 2,0-12,0 (0,2-1,2) |
| Тромбоцити, | 300 тис/мл |
| Лейкоцити, тис/мкл | 4,0 - 9,0 |
| Нейтрофіли, % (10 ⁹ /л) | |
| паличкоядерні | 1,0-6,0 (0,04-0,30) |
| сегментоядерні | 47,0-72,0 (2,0-5,5) |
| Еозинофіли | 0,5-5,0 (0,02-0,3) |
| Базофіли | 0-1,0 (0-0,065) |
| Лімфоцити | 19,0-37,0 (1,2-3,0) |
| Моноцити | 3,0-11,0 (0,09-0,6) |
| Тромбоцити, *10 ⁹ /л | 180 - 320 |
| ШОЕ, мм/год | 2 - 20 |
| Чоловіки | 1 - 10 |
| Жінки | 2 - 15 |
| Жінки вагітні | До 45 |

Використана та рекомендована література

1. Мазуркевич А.Й., Замазій М.Д., Карповський В.І. та ін. Практикум по фізіології с.г. тварин. К.: НАУ, 2003. 272 с.
2. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І. та ін. Фізіологія тварин К.: НУБіП, 2010. 450 с.
3. Мазуркевич А.Й., Трокоз В.О., Карповський В.І. та ін. Фізіологія сільськогосподарських тварин К.: НУБіП України, 2014. 456 с.
4. Дерев'янку І.Д., Карповський В.І., Трокоз В.О. Посібник для вивчення курсу «Фізіологія тварин (з основами анатомії)». К.: НАУ, 2004. 136 с.
5. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. та ін. Фізіологія сільськогосподарських тварин: Підручник. 2-ге вид., перероб. і допов. За ред. І. Д. Дерев'янку, А. С. Дячинського. К.: Центр учбової літератури, 2009. 568 с.
6. Науменко В.В., Дячинський А.С., Демченко В.Ю., Дерев'янку І.Д. та ін. Фізіологія сільськогосподарських тварин. Практикум. 3-тє вид., перероб. і допов. За ред. І. Д. Дерев'янку, А. С. Дячинського. К.: Центр учбової літератури, 2009. 264 с.
7. Лабораторні роботи з фізіології с.г. тварин. Методичні вказівки для студентів біотехнологічного факультету. М.М. Самограй, С.С. Шмаюн, М.П. Ніщенченко. Біла Церква, 2006. 65с.
8. Іонов І.А., Комісова Т.Є., Слюсарєв В.Ф., Шаповалов С.О. Фізіологія крові та внутрішнього середовища: методичні рекомендації. І.А. Іонов, Т.Є. Комісова, В.Ф. Слюсарєв, С.О. Шаповалов. Х. : ЧП Петров В.В., 2017. 48 с.
9. Чайченко Г.М. та ін. Фізіологія людини і тварин. – К.: Вища школа, 2003. С. 107 – 134.
20. Міжнародна анатомічна номенклатура / за редакцією Бобрика І. І., Ковешнікова В. Г. – Київ: Здоров'я, 2001. – 328 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Доступ до повних текстів наукових журналів <http://www.doaj.org/>
2. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. Електронний фонд (тематичні та видові зібрання публікацій) <http://www.nbu.gov.ua/>
3. Фізіологічний журнал
<https://www.nas.gov.ua/publications/periodics/UA/SitePeriodic/Pages/default.aspx?ffn1=IDperiodics&fft1=Eq&ffv1=151>
4. Фізіологія людини і тварин.
https://chtyvo.org.ua/authors/Chaichenko_Hennadii/Fiziolohiia_liudyny_i_tvaryn/

ГЛОСАРІЙ

Кров - це рідка сполучна тканина червоного кольору, яка знаходиться в кровоносних судинах.

Кров - це різновид сполучної тканини, що являє собою непрозору червону рідину та складається з блідо-жовтої плазми та зважених у ній клітин.

Еритроцити - червоні кров'яні тільця.

Лейкоцити - білі кров'яні тільця.

Тромбоцити - кров'яні пластинки.

Гомеостаз - відносна постійність внутрішнього середовища.

Гемоліз - руйнування оболонки еритроцитів, що супроводжується виходом із них гемоглобіну в плазму крові.

Моноцити - найбільші клітини периферичної крові, їх називають макрофагами.

Фібриноліз - це процес розщеплення фібринового згустку.

Гіперволемія – підвищення загального обсягу крові.

Гіповолемія – зменшення загального обсягу крові.

Фізіологія - це наука, що вивчає закономірності функціонування живих організмів та їх складових частин у їх єдності і взаємозв'язку з навколишнім середовищем.

Фізіологія - експериментальна наука, пов'язана з проведенням різних дослідів, експериментів, у яких теоретичні положення знаходять наочне підтвердження.

Організм - жива анатомогістологічна структура, яка у функціональному відношенні являє собою єдине ціле.

Асиміляція - засвоєння речовин з наступним утворенням клітин, міжклітинної рідини, тканин.

Дисиміляція - це розпад, руйнування органічних речовин.

Подразливість (реактивність) - властивість організму реагувати на вплив навколишньою середовища.

Збудливість - здатність живих клітин відповідати на подразнення реакцією збудження.

Розмноження - властивість самовідтворення, тобто народження подібних до себе організмів.

Ріст - збільшення маси організму, що розвивається.

Розвиток - процес поступового утворення дорослого організму з зиготи (заплідненої яйцеклітини).

Спадковість - властивість організму повторювати в багатьох поколіннях подібні ознаки, функції, типи обміну речовин.

Мінливість - різноманітність властивостей, ознак у різних особин незалежно від їх ступеня спорідненості.

Рефлекс - відповідь організму на подразнення з участю центральної нервової системи.

Клітина - це елементарна жива система, яка є основою будови, розвитку і життєдіяльності всіх тварин.

Осмоз - це дифузія рідини через напівпроникні мембрани

Подразливість клітин - це властивість їх реагувати на дію подразників навколишнього середовища.

Апоптоз - це фізіологічна смерть клітини.

Збудливість - це властивість тканини відповідати на подразнення хвилеподібним поширенням імпульсів збудження.

Хронаксія - мінімальний час, необхідний для виникнення збудження тканини при дії подвійної реобазис (подвійної порогової сили).

Поодинокі скорочення - це скорочення, що виникає у відповідь на стимул, достатній для збудження м'яза.

Дендрити (dendron - дерево) - чисельні короткі (до 1 мм) відростки нейрона, дуже розгалужені, з віддаленням від тіла стають тонкими.

Гальмування - це фізіологічний процес, який полягає у припиненні збудження або пригніченні збудливості.

Ацетилхолін є збудливим медіатором у нервово-м'язових синапсах скелетних м'язів, але гальмує роботу серця. Холінергічними є нейрони спинного мозку, що іннервують наднирники.

Дофамін виконує медіаторну функцію у середньому мозку. Дофамінергічні нейрони є в гіпоталамусі.

Глутамінова кислота - найбільш поширений медіатор у ЦНС. Виконує переважно збудливу функцію.

Гама-аміномасляна кислота є у нейронах спинного мозку і головного мозку. Це найбільш поширений медіатор пост- і пресинаптичного гальмування.

Обмін речовин (метаболізм) складається з процесів асиміляції і дисиміляції.

Білки - складні високомолекулярні сполуки, побудовані з амінокислот.

Крохмаль- рослинний полісахарид.

Глікоген - тваринний полісахарид.

Глікогенез - процес утворення глікогену з глюкози.

Глікогеноліз - процес розпаду глікогену до глюкози під дією ферментів.

Жири (ліпіди) - це нерозчинні у воді органічні сполуки, які містяться у живих клітинах

Кров - це різновид сполучної тканини, що являє собою непрозору червону рідину та складається з блідо-жовтої плазми та зважених у ній клітин - формених елементів: еритроцитів (червоних кров'яних тілець), лейкоцитів (білих кров'яних тілець) і тромбоцитів (кров'яних пластинок).

Гомеостаз - відносна постійність внутрішнього середовища.

Гемоліз - руйнування оболонки еритроцитів, що супроводжується виходом із них гемоглобіну в плазму крові.

Моноцити - найбільші клітини периферичної крові, їх називають макрофагами.

Методичні рекомендації до лабораторно – практичних занять з дисципліни «Фізіологія тварин» Розділ: «Фізіологія крові» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 211 «Ветеринарна медицина»/ Надія СЛЮСАР Кам'янець – Подільський: ЗВО «ПДУ», 2025. 49 с. (1,5 5 ум.д.а)

