

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького



Факультет ветеринарної медицини

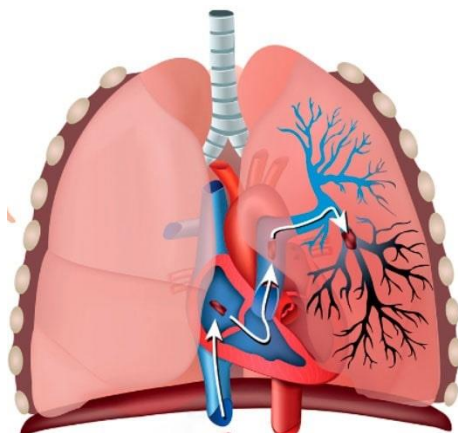


Кафедра нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського
(курс «Ветеринарна патологічна фізіологія»)



ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ, КРОВООБІГУ ТА ДИХАННЯ

навчально-методичний посібник для проведення лабораторних занять з
дисципліни «Ветеринарна патологічна фізіологія» та самостійної роботи
студентів спеціальності 211 «Ветеринарна медицина»



ЛЬВІВ – 2024

Навчально-методичний посібник розглянутий та рекомендований до друку методичною комісією факультету ветеринарної медицини Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Протокол № 9 від 21 червня 2024 року

Автори та укладачі:

Ковальчук І.І. – доктор ветеринарних наук, професор, в.о. завідувача кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського,

Колотницький В.А. – кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри нормальної та патологічної фізіології імені С.В. Стояновського

Р е ц е н з е н т и:

Стронський Ю.С. – кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри нормальної та патологічної морфології і судової ветеринарії

Патологічна фізіологія системи крові, кровообігу і дихання. Навчально-методичний посібник для проведення лабораторних занять з патологічної фізіології та самостійної роботи студентів спеціальності 211 «Ветеринарна медицина». – Львів: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2024. - 83 с.

Навчальний посібник підготовлено відповідно до навчальної програми “Ветеринарна патологічна фізіологія” зі спеціальності 211 «Ветеринарна медицина». Посібник може бути використаний викладачами, аспірантами та науковими працівниками навчальних і наукових закладів вищої аграрної освіти за спеціальністю «Ветеринарна медицина».

© Ковальчук І.І., Колотницький В.А., 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	5
<i>Заняття 9 Патофізіологія системи крові.</i>	
Робота 1. Експериментальна постгеморагічна анемія	6
Робота 2. Експериментальна лейкопенія та лейкоцитоз	15
<i>Заняття 10 Патофізіологія системи крові.</i>	
Робота 1. Дослідження змін швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) та осмотичної резистентності еритроцитів (ОРЕ) при експериментальній постгеморагічній анемії	25
<i>Заняття 11 Патофізіологія кровообігу.</i>	
Робота 1. порушення автоматизму та провідності серця.	31
Робота 2. порушення збудливості та провідності серця.	40
<i>Заняття 12 Патофізіологія кровообігу.</i>	
Робота 1. Вади серця	45
<i>Заняття 13 Патофізіологія системи дихання.</i>	
Робота 1. Дослідження патогенезу періодичного дихання в патології.	51
Тестові завдання для самоконтролю знань.	60
Основні патофізіологічні терміни.	72
Бібліографічний покажчик.	83

Вступ

Для лікаря будь-якої спеціальності, та особливо для лікаря ветеринарної медицини, знання основ гематології та патофізіологічних аспектів порушень системи крові має істотне значення, оскільки кров являє собою одну з найважливіших систем життєзабезпечення організму, що володіє низкою особливостей. Висока мітотична активність гемопоетичних тканини обумовлює її підвищену чутливість до дії ушкоджуючих факторів, а генетичне детермінування, розмноження, диференціювання, структура та обмін речовин клітин крові створюють передумови як для геномних порушень, так і для змін генетичної регуляції.

Своєрідність системи крові полягає також в тому, що патологічні зміни в ній виникають внаслідок порушення функцій не лише окремих її компонентів, а й інших органів та систем організму в цілому. Будь-яке захворювання, патологічний процес та ряд фізіологічних зрушень можуть тією чи іншою мірою відбиватися на кількісних та якісних особливостях складу циркулюючої крові. Цим якраз визначається величезне значення потреби вивчення системи крові (як «керівного дзеркала організму») та розкриття закономірностей її змін при різних захворюваннях.

Кров приводиться в рух серцем, саме тому вивченню порушень функцій цього органу також надається особливе значення.

Порушення ритму серця супроводжує цілий ряд захворювань серцево-судинної системи, які найчастіше спостерігаються при коронарній (вінцевій) недостатності.

Аритмія – порушення частоти, ритму, погодженості та послідовності скорочень серця.

Розвиток аритмій може бути пов'язаний з порушеннями основних функцій провідної системи серця:

- ✓ *автоматизму*
- ✓ *збудливості*
- ✓ *провідності*
- ✓ *скорочувальної функції серця*

Патологічні процеси, локалізовані в системі дихання, можуть мати моноетіологічне походження (виникаючи в результаті специфічного впливу на організм певних факторів навколишнього середовища) або поліетіологічне. Патологічні процеси в легенях часто призводять до виникнення чітко окреслених синдромів з подібним патогенезом та віддаленими наслідками.

Форми розвитку патологічних процесів можуть локалізуватися в сфері:

- ✓ *тканинного дихання*
- ✓ *зовнішнього дихання*
- ✓ *транспорту газів кров'ю*

✓ механізмів нейрогуморальної регуляції дихання.

Система дихання чутливо реагує на зміни в діяльності тканин, органів та систем організму, в даному зв'язку нереспіраторна патологія, локалізована в ЦНС, серцево-судинній, травній або видільній системах, також може слугувати причиною виникнення розладів дихання.

Порушення зовнішнього дихання може викликати будь-який патологічний процес (інфекційний, алергічний, порушення гемодинаміки, травма тощо), що виникає в органах системи дихання, а також з боку легко вразливої системи нейрогуморальної регуляції дихання.

Вивчення етіології та патогенезу розладів зовнішнього дихання необхідно для практичної діяльності лікаря ветеринарної медицини, оскільки дихальна недостатність виникає при різних захворюваннях дихальної системи, а також може бути наслідком порушення функцій інших органів та систем.

Заняття 9

Тема: Патолофізіологія системи крові.

Робота 1. Експериментальна постгеморагічна анемія

Зміни в системі еритроцитів можуть бути:

- ✓ кількісними (зменшення або збільшення числа еритроцитів)
- ✓ якісними (зміна величини, форми, забарвлення та поява включень).

Розрізняють наступні форми патології еритроцитів:

- ✓ регенеративні, поява яких в периферичній крові свідчить про добру або підвищену кровотворну функцію кісткового мозку (з'являються в периферичній крові після гострої крововтрати, успішного лікування ряду анемій, тощо)
- ✓ дегенеративні (табл. 1 та рис. 2), поява яких в периферичній крові є показником порушення процесу кровотворення.

Про посилення процесів регенерації свідчить:

- поява ядерних попередників еритроцитів - поліхроматофільних та оксифільних нормобластів (нормоцитів)
- збільшення кількості поліхроматофілів – **поліхроматофілія**
- збільшення вмісту ретикулоцитів – **ретикулоцитоз**.

Розрізняють п'ять груп ретикулоцитів (рис. 1):

- I – *вінчикоподібні* (базофільна речовина має вигляд вінчика)
- II – *клубочкоподібні* (базофільна речовина має вигляд клубочка)
- III – *повносітчасті* (базофільна речовина має вигляд густої сітки)
- IV – *неповносітчасті* (базофільна речовина має вигляд окремих ниток)
- V – *пилоподібні* (базофільна речовина має вигляд дрібних зерняток).

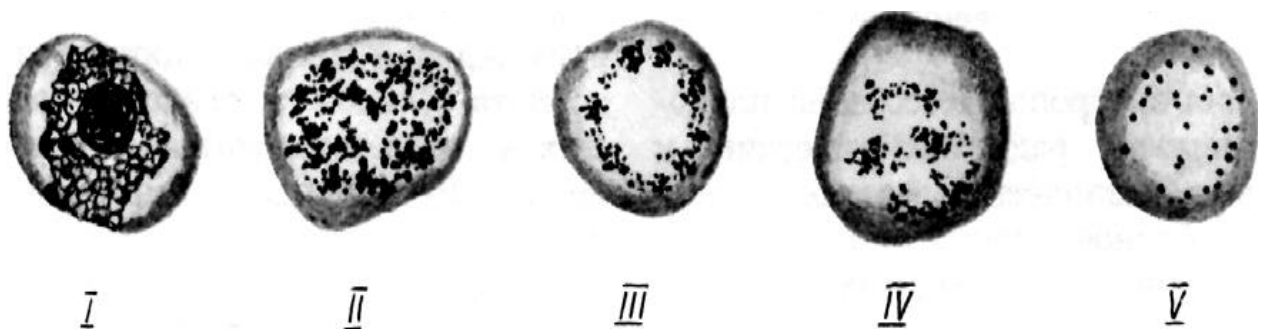
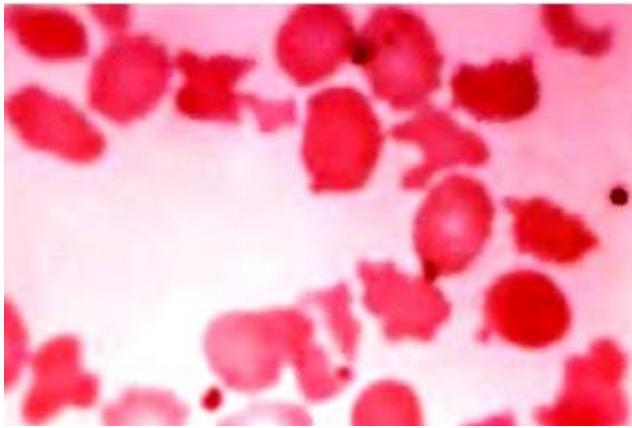


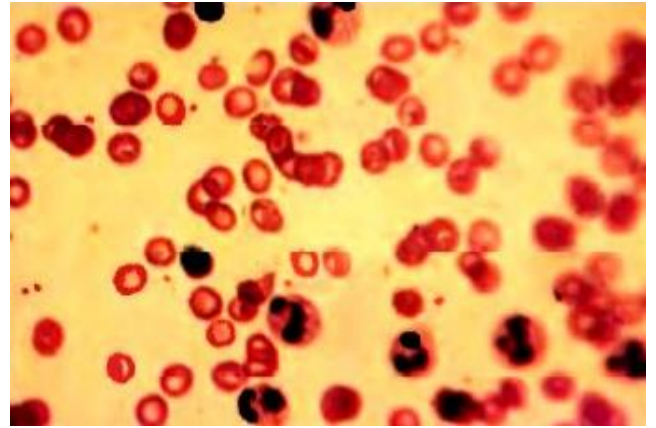
Рис. 1 Групи ретикулоцитів (за І.А. Касирським, Г.А. Алексєєвим)

Дегенеративні форми еритроцитів

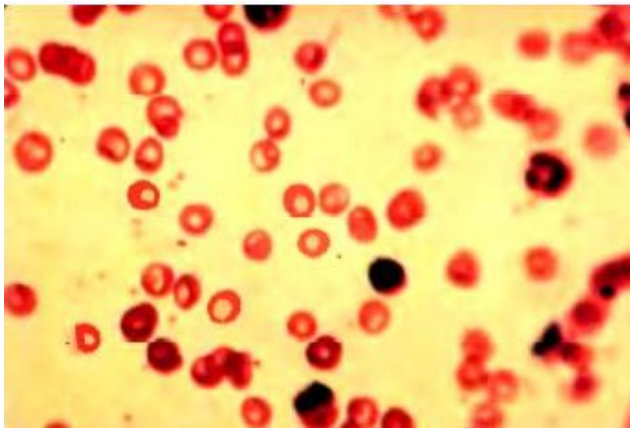
Назва та опис клітини	Клінічний прояв
Зміна розмірів еритроцитів (анізоцитоз)	
<i>Мікроцит</i>	при залізодефіцитних анеміях
<i>Макроцит</i>	при мегалобластичних анеміях
<i>Мегалоцит</i>	при мегалобластичних анеміях
Зміни форми еритроцитів (пойкілоцитоз)	
<i>Пойкілоцити</i> (втягнуті, грушоподібні, сферичні)	при мегалобластичних та залізодефіцитних анеміях
<i>Сфероцити</i>	при гемолітичних анеміях
<i>Ехіноцити</i> (нагадують за формою морського їжака)	при уремії, раку шлунка, виразковій хворобі
<i>Акантоцити</i> (листокоподібні, шпороподібні)	при ураженні печінки токсинами
<i>Дегмацити</i> («надкушені»)	при нестабільності гемоглобіну
<i>Шистоцити</i> (каскоподібні)	при гемолітичних анеміях
<i>Дрепаноцити</i> (серповидні)	при анеміях
<i>Овалоцити</i>	при мегалобластичних анеміях та дефіциті заліза
<i>Кодоцити (тороцити)</i> - мішенеподібні еритроцити	при дефіциті заліза та хворобах печінки
<i>Стоматоцити</i> (чашоподібні еритроцити)	при патології печінки та впливі лікарських препаратів
<i>Дакріоцити</i> (нагадують краплю або пуголовка)	при анеміях
<i>Пухирчасті клітини</i> (виглядають так, ніби на їх поверхні є пухирець)	при гемолітичних анеміях
Внутрішньоклітинні включення в еритроцитах	
<i>Тільця Жоллі</i>	за відсутності селезінки, інтенсивному гемолізі та мегалобластичних анеміях
<i>Кільця Кабо (Кебота)</i>	при мегалобластичних та гемолітичних анеміях
<i>Базофільна зернистість</i>	при мегалобластичних анеміях
<i>Тільця Гейнца</i>	при дії гемолітичних отрут
Зміни забарвлення еритроцитів	
<i>Гіпохромія</i> - блідо пофарбовані еритроцити (показник дефіциту залоза в організмі або його незасвоєння еритроцитами)	при залізодефіцитних анеміях
<i>Гіперхромія</i> - інтенсивно забарвлені еритроцити	при мегалобластичних анеміях



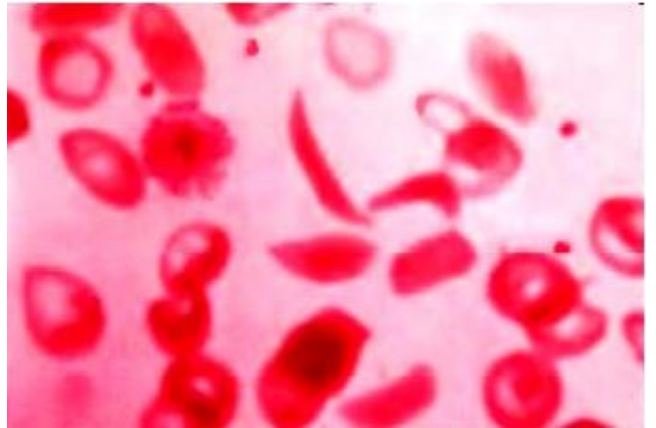
Акантоцити



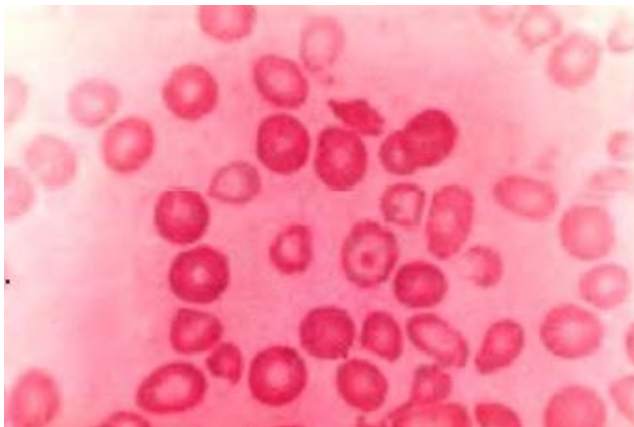
Ехіноцити



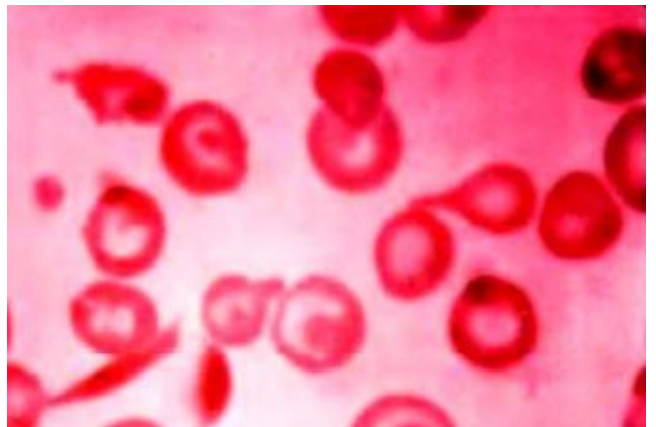
Стоматоцити



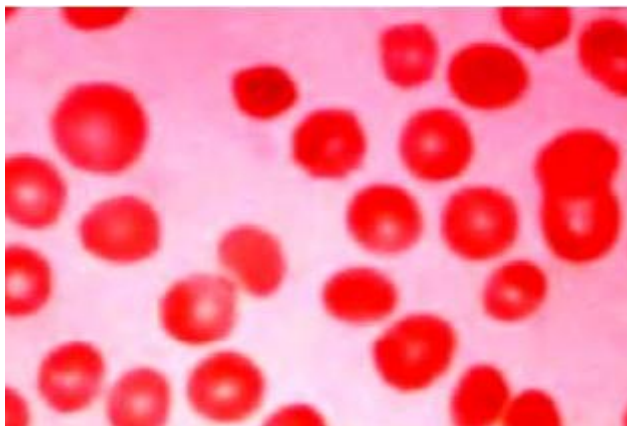
Дрепаноцити



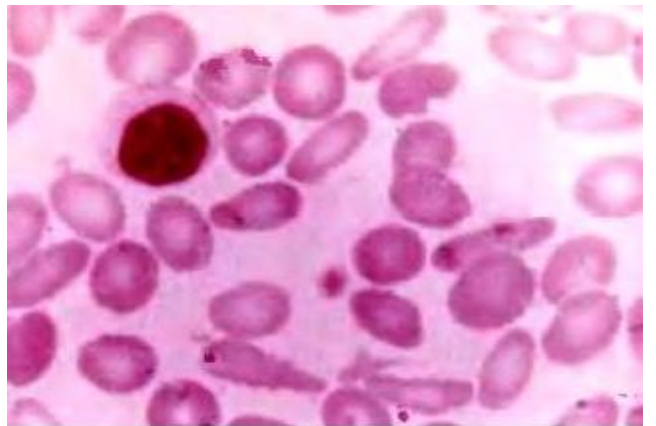
Кодоцити



Дакріоцити



Сфероцити



Овалоцити

Рис. 2 Зміни форми (пойкілоцитоз) еритроцитів в патології

Виділяють дві основні групи типових видів порушень та реактивних змін в системі еритроцитів: *еритроцитози* та *анемії*.

Еритроцитоз – стан організму, що характеризується збільшенням кількості еритроцитів та гемоглобіну в одиниці об'єму крові та підвищенням гематокриту.

Розрізняють еритроцитози *абсолютні* (справжні) та *відносні* (несправжні).

Абсолютні еритроцитози виникають в результаті посилення еритропоезу та супроводжуються збільшенням кількості циркулюючих еритроцитів. Абсолютні еритроцитози бувають *первинними* та *вторинними*.

Відносний еритроцитоз (несправжній) розвивається внаслідок зменшення об'єму плазми та згущення крові без посилення еритропоезу. Причина відносного еритроцитозу полягає в зневодненні організму при посиленому потовиділенні, опіках, проносах, блювоті тощо. При *відносному еритроцитозі* погіршуються реологічні властивості крові, порушується мікроциркуляція, що сприяє розвитку *стазу* та *тромбозу*.

До фізіологічних еритроцитозів відносять еритроцитоз в тварин мешкаючих в умовах високогір'я, а також в інших аналогічних ситуаціях адаптації до хронічної гіпоксії.

Анемія (грец. «*anaemia*» - без, «*haima*» - кров) – патологічний стан, що характеризується зменшенням вмісту еритроцитів та/або гемоглобіну в одиниці об'єму периферичної крові.

Таблиця 2

Класифікація анемії за патогенетичним принципом

Критерій	Анемії
Етіологія	<i>первинні</i> (спадкові, вроджені) та <i>вторинні</i> (набуті)
Патогенез	<i>постгеморагічні</i> (внаслідок крововтрат) <i>дизеритропоетичні</i> (результат порушення кровотворення) <i>гемолітичні</i> (внаслідок посилення кроворуйнування)
Тип кровотворення	<i>еритробластичні</i> (нормобластичні, нормоцитарні) <i>мегалобластичні</i> (мегалоцитарні)
Колірний показник	<i>нормохромні, гіперхромні, гіпохромні</i>
Середній об'єм еритроцитів	<i>нормоцитарні, мікроцитарні, макроцитарні, мегалоцитарні</i>
Швидкість розвитку та тривалість	<i>гострі та хронічні</i>
За властивістю кісткового мозку до регенерації	<i>гіпорегенераторні, гіперегенераторні, регенераторні (апластичні)</i>
Ступінь важкості	<i>легкі, середні та важкі</i>

При анемії порушується основна функція еритроцитів – *перенесення кисню до тканин організму*, що викликає порушення окислювальних процесів та розвиток гіпоксії.

Постгеморагічні анемії:

- ✓ *Гостра постгеморагічна анемія* виникає внаслідок гострої масивної крововтрати (травма, хірургічне втручання, кровотеча, порушення гемостазу тощо)
- ✓ *Хронічна постгеморагічна анемія* виникає внаслідок повторюваних невеликих кровотеч.

Дизеритропоетичні анемії (внаслідок порушення еритропоезу):

- ✓ пов'язані з порушення або припиненням еритропоезу в результаті дефіциту речовин, необхідних для нормального гемопоєзу (B_6 -, B_{12} - та залізодефіцитні анемії)
- ✓ внаслідок ураження кісткового мозку токсичними та фармакологічними речовинами, іонізуючим випромінюванням (апластичні анемії)
- ✓ при лейкозі, метастазах пухлин в кістковий мозок (метапластичні анемії).

Залізодефіцитна анемія (рис. 3) становить близько 80-90 % всіх анемії та є однією з найпоширеніших форм.

Розрізняють наступні види залізодефіцитних анемії:

- ✓ «справжні» залізодефіцитні анемії – при абсолютному дефіциті заліза
- ✓ «несправжні» – при порушенні включення заліза в гем за умов відсутності первинного справжнього залізодефіциту.

Причиною розвитку залізодефіцитних анемії можуть бути:

- ✓ хронічні крововтрати
- ✓ недостатнє надходження заліза з кормом
- ✓ посилена витрата заліза в період росту та розвитку, в період вагітності та лактації
- ✓ зниження всмоктування заліза (захворювання кишечника, синдром мальабсорбції)
- ✓ порушення обміну та утилізації заліза (інфекції, інтоксикації)
- ✓ пухлинний ріст
- ✓ порушення транспорту заліза в організмі.



Рис. 3 Залізодефіцитна анемія (периферична кров)

1 – нормоцит, 2 – мікроцит, 3 – макроцит, 4 – поїкілоцит, 5 – шизоцит, 6 – гіпохромний еритроцит, 7 – с/я нейтрофіл, 8 – лімфоцит

Анемії, пов'язані з дефіцитом вітаміну В₁₂ та фолієвої кислоти об'єднують велику групу спадкових, вроджених та набутих анемій, що розвиваються в результаті порушення синтезу нуклеїнових кислот, загальною ознакою яких є поява в кістковому мозку та периферичній крові мегалобластів (рис. 4).

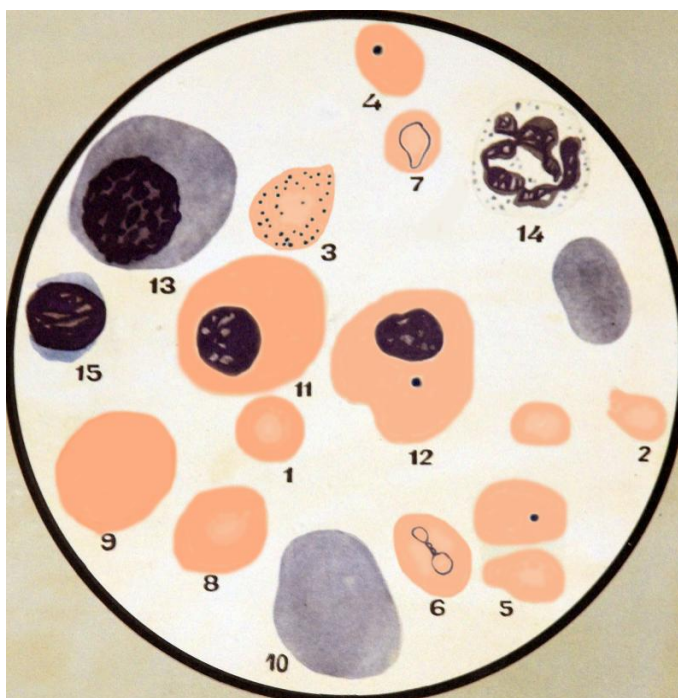


Рис. 4 В₁₂, фолієво – дефіцитна анемія (периферична кров)

1 – нормоцит, 2 – поїкілоцит, 3 – еритроцит з базофільною пунктацією, 4,5 – еритроцити з тільцями Жоллі, 6,7 – еритроцити з кільцями Кебота, 8 – макроцит, 9 – оксифільний мегалоцит, 10 – поліхроматофільний мегалоцит, 11, 12 – оксифільний мегалобласт, 13 – поліхроматофільний мегалобласт, 14 – с/я нейтрофіл, 18 – лімфоцит

V₁₂-дефіцитна анемія проявляється тріадою симптомів:

- ✓ порушенням процесу кровотворення
- ✓ атрофічними змінами слизової шлунково-кишкового тракту
- ✓ порушеннями з боку нервової системи.

Фолієводефіцитна анемія виникає внаслідок:

- ✓ недостатнього надходження в організм фолієвої кислоти з кормом (голодування)
- ✓ порушення всмоктування (кишкова мальабсорбція)
- ✓ підвищеної потреби в фолієвій кислоті та її витратах (вагітність, лактація).

Гемолітична анемія характеризується скороченням життя еритроцитів, проявляється синдромами посиленого гемолізу та компенсаторного посилення еритропоезу (рис. 5).

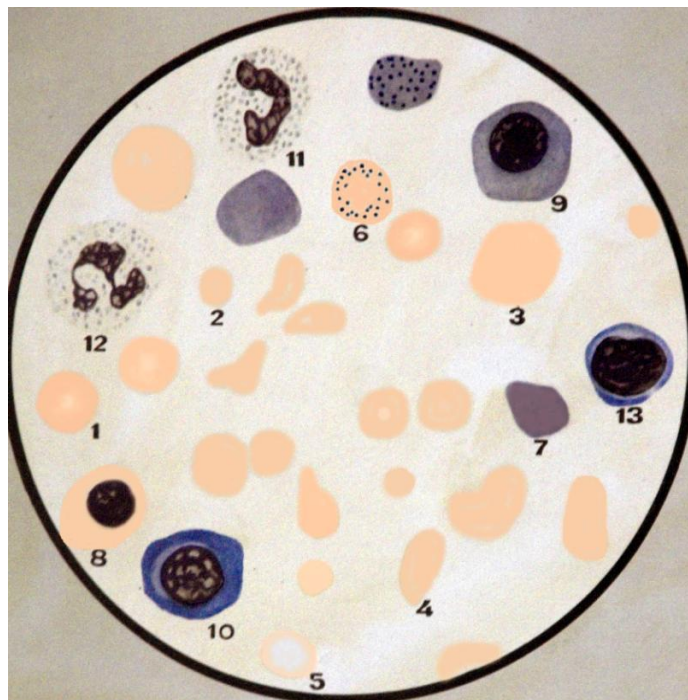


Рис. 5 Гемолітична анемія (периферична кров)

1 – нормоцит, 2 – мікроцит, 3 – макроцит, 4 – поїкілоцит, 5 – гіпохромний еритроцит, 6 – еритроцит з базофільною пунктацією, 7 – поліхроматофільний еритроцит, 8 – оксифільний нормобласт, 9 – поліхроматофільний нормобласт, 10 – базофільний нормобласт, 11 – п/я нейтрофіл, 12 – с/я нейтрофіл, 13 – лімфоцит

Класифікація гемолітичних анемій:

- ✓ спадково обумовлені (40 %)
- ✓ набуті (60 %)
- ✓ хронічні (стійка перевага руйнування еритроцитів над їх утворенням)
- ✓ гострі (масова перевага руйнування еритроцитів над їх утворенням).

Набуті гемолітичні анемії виникають при:

- ✓ появі аутоантитіл до власних еритроцитів організму (аутоімунні)
- ✓ ізоімунному впливі антитіл (переливання несумісної крові)
- ✓ механічному ушкодженні еритроцитів

- ✓ вірусних інфекціях
- ✓ впливі хімічних та фізичних факторів (солі свинцю, отрути змій, опіки, ультрафіолетове опромінення тощо).

Мета: Вивчити зміни кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну при експериментальній постгеморагічній анемії.

Оснащення: два кролика, 3,5 % розчин натрію хлориду, 0,1 % розчин натрію карбонату, 0,5 % розчин гепарину, мікропіпетки на 0,02 та 0,04 мл, піпетки на 5 та 10 мл, ватні тампони, 70 % розчин етилового спирту, криві ножиці, стерильні ін'єкційні голки, пробірки хімічні, штатив, папір фільтрувальний, фотоеритрогемометр електричний (модель 065) з набором фільтрів та дві кювети з літерами "Е" та "Г".

Хід роботи: для моделювання гострої постгеморагічної анемії в кролика за три доби до заняття випускають близько 30 % крові. В день заняття від кролів для дослідження відбирають кров з крайової вени вуха, в пробірку з кількома краплями гепарину та визначають кількість еритроцитів й концентрацію гемоглобіну в одиниці об'єму крові, а також визначають кольоровий показник.

Визначення кількості еритроцитів та концентрації гемоглобіну проводять за допомогою фотоелектричного еритрогемометра такими методами:

Визначення кількості еритроцитів

В дві пробірки набирають по 14 мл 3,5 % розчину натрію хлориду та за допомогою мікропіпетки в кожную пробірку додають по 0,02 мл (20 мм³) крові, взятої від контрольної та дослідної тварини й поволі перемішують. Еритрогемометр готують згідно інструкції. Розчин натрію хлориду з кров'ю переливають в кювету з літерою «Е» та вставляють її в гніздо еритрогемометра для дослідження при інфрачервоному фільтрі. Після цього стрілку мікроамперметра встановлюють в положенні «0» та по шкалі еритроцитів визначають їх кількість в млн/мм³ (мкл).

Визначення концентрації гемоглобіну

В дві пробірки набирають по 5 мл 0,1 % розчину натрію карбонату та за допомогою мікропіпетки в кожную пробірку додають по 0,04 мл (40 мм³) крові, взятої від контрольної та дослідної тварини й поволі перемішують, після чого переливають в кювету з літерою «Г». Дослідження гемоглобіну проводять при зеленому фільтрі згідно інструкції. Після встановлення стрілки мікроамперметра на нуль, визначають по шкалі концентрацію гемоглобіну в г%.

Методи розрахунку кольорового показника

Кольоровий показник (КП) – ступінь насичення еритроцитів гемоглобіном (виражає середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті). Величина кольорового показника залежить від об'єму еритроцита та насичення його гемоглобіном.

Загально відомі наступні методи розрахунку кольорового показника та середнього вмісту гемоглобіну:

Якщо концентрація гемоглобіну виражена в грам-відсотках (г%), тоді кольоровий показник визначають діленням потроєної кількості показника гемоглобіну в г% на перші дві цифри числа еритроцитів.

Приклад. Вміст гемоглобіну 14 г%, кількість еритроцитів 4200000 в одному мм³. Кольоровий показник буде дорівнювати:

$$КП = \frac{14 \times 3}{42} = 1,0$$

Якщо кількість еритроцитів менша за 1000000, тоді потроєний показник грам-відсотків гемоглобіну ділять на одну першу цифру числа еритроцитів.

Приклад. Вміст гемоглобіну 3,6 г%, кількість еритроцитів 910000 в одному мм³. Кольоровий показник буде дорівнювати:

$$КП = \frac{3,6 \times 3}{9} = 1,2$$

Якщо показник гемоглобіну подається в одиницях, то кольоровий показник визначають шляхом ділення їх на подвоєні перші дві цифри показника еритроцитів.

Приклад. Вміст гемоглобіну 84 одиниці, кількість еритроцитів 4200000 в одному мм³. Кольоровий показник буде дорівнювати:

$$КП = \frac{84}{42 \times 2} = 1,0$$

Результати дослідження:

Таблиця 3

№ п/п	Показники крові	Одиниці виміру за приладом	Одиниці виміру за СІ	Контрольна тварина	Дослідна тварина
1	Кількість еритроцитів	млн / мм ³	10 ¹² /л, Т/л		
2	Концентрація гемоглобіну	г%	г/л; ммоль/л*		
3	Кольоровий показник				

* - 0,6206 – коефіцієнт для перерахунку концентрації гемоглобіну (г%) в ммоль/л (одиниці виміру за СІ)

БІБЛОГРАФІЧНИЙ ПОКАЖЧИК

Основна література

1. Мазуркевич А. Й., Тарасевич В. Л., Клугі Дж. Патофізіологія тварин. Київ: «Вища школа», 2000. -350 с.
2. Мазуркевич А. Й., Данілов В. Б., Куц Н. В. Патофізіологія тварин. Практикум. Київ: «Мета», 2003. -172 с.
3. Мазуркевич А.Й., Тарасевич В.Л., Данілов В.Б., Малюк М.О., Карповський В.І., Ковпак В.В. Патофізіологія тварин: підручник. К.: Агроосвіта, 2013.- 414с.
4. Атаман О.В. Патологічна фізіологія в запитаннях і відповідях. Навчальний посібник. Видання 4-е, стереотипне. Вінниця: «Нова книга», 2010. - 512 с.
5. Навчальний посібник для практичних робіт з патологічної фізіології тварин для студентів факультету ветеринарної медицини / О.А. Порошинська, С.С. Шмаюн, В.І. Козій, М.П. Ніщенченко, Л.С. Стовбецька, А.А. Ємельяненко. Біла Церква, 2019. - 119 с.