

**ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной
медицины им. Н.Э.Баумана»**

Кафедра терапии и клинической диагностики с рентгенологией

Амиров Д.Р., Тамимдаров Б.Ф., Шагеева А.Р.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

КЛИНИЧЕСКАЯ ГЕМАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ



КАЗАНЬ - 2020

УДК 619:616.15(075.8)

ББК 54.11я73

Клиническая гематология животных: Учебное пособие / Д.Р. Амиров, Б.Ф. Тамимдаров, А.Р. Шагеева. - Казань: Центр информационных технологий КГАВМ, 2020. - 134с.

Рецензенты:

Профессор кафедры хирургии, акушерства и патологии мелких животных ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, доктор ветеринарных наук **Шакирова Ф.В.**

Ведущий научный сотрудник лаборатории техногенных экотоксикантов ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», кандидат ветеринарных наук **Закирова Г.Ш.**

Одобрено на заседании методической комиссии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ (протокол № 6 от «23» ноября 2020 г.).

Рекомендовано к изданию Ученым Советом факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ (протокол № 10 от «25» ноября 2020 г.).

Учебное пособие разработано в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом, утвержденным по специальности 36.05.01 «Ветеринария». Оно предназначено для развития клинического мышления у студентов факультета ветеринарной медицины очного, очно-заочного и заочного обучения, а также аспирантов ветеринарного профиля, освоения ими элементов научных исследований. В пособии рассмотрены вопросы преаналитики, изложена морфологическая характеристика форменных элементов крови, освещены классические и современные методы исследования крови и дана интерпретация результатов исследования крови, приведена современная терминология.

© ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ им. Н.Э.Баумана, 2020.

© Амиров Д.Р., Тамимдаров Б.Ф., Шагеева А.Р.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	4
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГЕМАТОЛОГИИ	6
1.1. Диагностическое значение исследования крови	6
1.2. История развития учения о крови	7
1.3. Теория гемопоза	10
1.4. Свойства и состав крови	12
1.5. Схема исследования крови и показания для него	17
1.6. Методы взятия крови	18
1.7. Профилактика инфицирования при работе с кровью	26
1.8. Преаналитика при использовании вакуумных пробирок	27
1.9. Центрифугирование крови	32
1.10. Вопросы для контроля к разделу 1	33
2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВИ	34
2.1. Определение удельного веса крови	34
2.2. Определение вязкости крови	34
2.3. Определение свертываемости крови	35
2.4. Определение ретракции крови	36
2.5. Определение осмотической резистентности эритроцитов	37
2.6. Определение гематокритной величины	38
2.7. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)	40
2.8. Определение количества гемоглобина	42
2.9. Вопросы для контроля к разделу 2	45

3. КАРТИНА КЛЕТОК КРОВИ И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ	42
3.1. Физиологическая роль эритроцитов	42
3.2. Морфология красных клеток крови	44
3.3. Подсчет количества форменных элементов крови	50
3.4. Изменения количества эритроцитов при патологии	55
3.5. Определение цветного показателя (ЦП) и индексов крови	60
3.6. Физиологическая роль лейкоцитов	63
3.7. Техника подсчета лейкоцитов	64
3.8. Техника приготовления мазков крови	65
3.9. Морфология клеток крови (по Воронину)	73
3.10. Выведение лейкоцитарной формулы	78
3.11. Изменения лейкограммы	81
3.12. Физиологическая роль тромбоцитов	86
3.13. Определение количества тромбоцитов	87
3.14. Особенности определение количества форменных элементов крови у птиц	89
3.15. Паразиты крови	89
3.16. Вопросы для контроля к разделу 3	92
 АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ГЕМОГРАММ ПРИ ТИПОВЫХ НАРУШЕНИЯХ КРОВИ	 93
 ПРИНЦИПЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИММУНОГРАММЫ	 97
 СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК	 98
 ПРИЛОЖЕНИЕ	 123
 Список использованной литературы.....	 134

Введение

Кровь как один из видов тканей внутренней среды имеет большое значение для жизни организма животных. Основные функции крови: транспортировка к органам, тканям и клеткам организма кислорода из легких, благодаря которому осуществляются окислительные процессы питательных веществ поступающих из кишечника в виде аминокислот, сахаров, жиров, витаминов, солей и воды, необходимых для процессов ассимиляции и функционирования органов и тканей; удаление углекислого газа и продуктов метаболизма через экскреторные органы и системы; непосредственное участие в регуляции кислотно-щелочного равновесия в организме, осмотического давления, температуры тела, нейрогуморальной регуляции и защитной функции организма (фагоцитоз, выработка антител); красный цвет крови высших животных играет большую роль в поглощении фиолетовой и ультрафиолетовой части солнечного спектра.

Гематологические методы диагностики традиционно являются самыми массовыми видами лабораторных исследований в ветеринарии. Состав крови изменяется при некоторых физиологических состояниях, позволяет получить лабораторную информацию о состоянии организма, применять её в интересах диагностики заболеваний, контроля за лечением больных животных.

Почти всякий патологический процесс вызывает в картине периферической крови (гемограмме) изменения – сдвиги показателей. Студенты должны знать основные и самые распространенные гематологические методы исследования, методы исследования красной и белой крови. Наиболее широко применяется общий клинический анализ крови, который рекомендуется проводить всем больным.

В связи с этим исследование крови животных является необходимой частью исследований при постановке диагноза. Исследование крови позволяет выявить скрытые, не проявляющиеся клинически, изменения в органах и тканях, т.е. диагностировать субклиническую форму заболевания. Анализ крови позволяет выявить осложнения у больного животного, следить за эффективностью лечения, дифференцировать сходные клинические заболевания, судить о тяжести болезни, о функциональном состоянии органов и систем, прогнозировать заболевания, а иногда при некоторых болезнях и ставить диагноз (анемия, лейкозы, кровепаразитарные заболевания, кетозы и др.). Естественно, что гематологические показатели, приобретают ещё большее значение в сочетании с клиническими исследованиями.

Только правильное понимание роли и значения каждого из этих многочисленных факторов позволяет использовать гематологические показатели в

качестве одного из фрагментов при создании объективной и многогранной картины жизнедеятельности организма.

Именно с этих позиций изложен материал по методике проведения и интерпретации полученных гематологических анализов в предлагаемом пособии для лабораторно-практических занятий.

Важной составляющей пособия являются справочные материалы. Словарь-справочник поможет студентам при выполнении лабораторных работ, станет основой для самостоятельной подготовки к практическим занятиям по соответствующей тематике.

Авторы надеются, что данное издание восполнит недостаток в методическом обеспечении дисциплин «Клиническая диагностика» и «Лабораторная диагностика».

2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГЕМАТОЛОГИИ

2.1. Диагностическое значение исследования крови

Гематология — наука о болезнях крови, она изучает диагностику и лечение заболеваний крови и ее компонентов. Предметом изучения этой науки также является состав клеток и сыворотки крови, механизм свертывания крови, формирование кровяных клеток, синтез гемоглобина и все связанные с этим нарушения. Любые заболевания, как правило, проявляются изменением ее состава. Следует помнить, что кровь представляет собой своеобразное зеркало, отражающее процессы, происходящие в кроветворных органах, главным из которых является костный мозг. Изменения состава крови могут быть, как обусловлены собственно заболеваниями органов кроветворения, так и носить реактивный характер, т.е. возникать в ответ на различные патологические процессы со стороны других органов и систем.

Система крови включает в себя органы кроветворения и кроверазрушения, циркулирующие в кровеносном русле клетки и аппарат нервно-гуморальной регуляции. Это сложная в морфологическом и функциональном отношении система обеспечивает своевременную доставку кислорода и питательных веществ к тканям и удаление продуктов метаболизма из органов и межклеточных пространств. Изучение физиологии и патологии кроветворной системы организма занимает важное место в понимании большинства болезней, связанных с нарушениями метаболических процессов (см. Приложение 1).

Кровь выполняет многообразные функции и обеспечивает необходимые условия для жизнедеятельности всех тканей организма. В свою очередь состав крови во многом зависит как от состояния организма в целом, так и отдельных его органов и тканей. При нарушении их функций, развитии местных или об-

щих патологических процессов меняется не только биохимический, но и морфологический состав крови. В случаях выздоровления картина крови нормализуется, следовательно, для объективной оценки состояния организма, наряду с биохимическими и физико-химическими исследованиями, необходимо иметь данные по морфологии крови и кроветворных органов. Кроме того, цитологические исследования крови и пунктатов кроветворных органов приобрели важное значение в прижизненной диагностике многих болезней. Ранняя диагностика болезней является основой для своевременной организации эффективного лечения и профилактики выявленной патологии, тем самым она позволяет предотвратить падёж и сохранить продуктивность животных.

1.2. История развития учения о крови

Современные научные представления о крови развивались постепенно в течение тысячелетий.

До нашего времени дошли древние трактаты и манускрипты, где кровь представляется носителем таинственных свойств и жизненного начала. Представления древних ученых о составе, назначении и свойствах крови были крайне скудны, несовершенны и неясны.

Только ко второй половине XVII столетия, благодаря развитию оптики, усовершенствованиям в устройстве микроскопа, были открыты клетки крови и внесена некоторая ясность в представление о строении крови и установлены законы кровообращения.

Но, к сожалению, до XIX столетия в изучении крови и исследованиях её состояния при болезнях был длительный перерыв, в середине XIX века зародилось учение о клеточной (клеточной) патологии и впервые было дано описание лейкемии как патологического процесса, давшее развитие к углублённому и всестороннему изучению крови и её «болезней». Тогда же было установлено, что лейкемический процесс локализуется в кроветворных органах, и что изменения крови носят вторичный характер.

Позднее было открыто преобладающее значение элементов крови при воспалительном процессе.

Одно из крупнейших открытий в области изучения изменений крови при болезнях сделано в 1868 году, когда было установлено заболевание людей прогрессивной пернициозной анемией.

Во второй половине XIX столетия было установлено наличие воспалительного лейкоцитоза как одной из реакций организма на действие патологического раздражителя.

Изготовление во второй половине XIX столетия приборов для подсчета клеток крови и определения гемоглобина улучшило и упростило технику исследования крови, сделав её методом, применяемым в условиях обычной клинической практики.

Крупнейшим достижением в истории гематологии явилось открытие, сделанное И.И. Мечниковым в 1892 году — учение о фагоцитозе. На два года позднее П. Эрлихом впервые было сформулировано, что нейтрофил является секреторной клеткой и это подтвердили материалы, представленные им. Таким образом, гениальностью двух ученых были предопределены два основных механизма участия нейтрофилов в поддержании иммунологического гомеостаза - фагоцитоз и секреция различных веществ.

Большую роль в её развитии сыграли: изобретения смесителя крови и счётных камер для подсчёта форменных элементов, разработка методики фиксации и окраски мазков крови, предложенная Д.Л. Романовским (1891), которая позволила дифференцировать структуру ядра и особенности цитоплазмы лейкоцитов. Г. Гимза (1904) предложил усовершенствование метода Д.Л. Романовского для окрашивания жгутиконосцев, клеток крови и бактерий путем стабилизации раствора красителя глицерином; обоснование диагностического значения скорости оседания эритроцитов (Э. Бернацкий, 1894), определение гемоглобина (Г. Сали, 1902) и др.

В последующие годы был разработан метод дифференциального подсчёта клеток белой крови.

С начала XX столетия гематология сделала большие успехи в накоплении данных о генезисе, морфологии, биологии крови, как в здоровом организме, так и при разнообразных патологических проявлениях.

Отечественные ученые-гематологи

Важное значение для развития и совершенствования лабораторной диагностики имеют работы отечественных исследователей: А.Н. Крюкова (1878-1952), М.И. Ариникина (1876-1948), В.Е. Предтеченского, Х.Х. Владоса (1891-1953), С.Л. Эрлиха (1868-1930).

А.Н. Крюков - крупнейший гематолог, автор классического руководства по морфологии крови. М.И. Аринкин впервые предложивший применять в клинике метод костномозговой пункции. С.Л. Эрлих – основатель первой школы по лабораторной диагностике в Харькове.

Большую роль в развитии ветеринарной гематологии внесли учёные Казанского Ветеринарного Института: профессора К.М. Гольцман и Н.П. Рухлядев и его ученики: С.А. Хрусталеv, В.П. Сидоров, А.В. Васильев, Г.В. Домрачев, В.И. Зайцев, А.А. Кудрявцев.



Гольцман К.М. (1857-1922) Н.П. Рухлядев (1869-1942) Домрачев Г.В. (1894-1957)

В 1925-1929 годах были выполнены работы Хрусталёва С.А., Сидорова В.П., Зайцева В.И., Орлова Н.П. и др. по морфологии клеток крови сельскохозяйственных животных в норме и в патологии, удостоенные в 1940г. большой золотой медали ВСХВ. Под руководством профессора А.В. Васильева издано руководство по ветеринарной гематологии.

Г.В. Домрачев разработал классификацию аритмии сердца у домашних животных, И.Г. Шарабрин разработал методику клинического исследования артериального и венозного кровяного давления у лошадей.

В 1924г. проведены первые работы по изучению скорости оседания эритроцитов Е.В. Тареевым, Н.Д. Абрамовой (при туберкулезе) и Т.П. Панченковым.

В Ленинградском ветеринарном институте А.В. Синёв и его ученики провели исследование крови, спинномозговой жидкости (А.И. Федотов), разработали приемы функциональной диагностики сердца. В 1931г. было издано руководство А.В. Синёва «Клинико-лабораторные исследования крови и мочи домашних животных».

В 1946г. был опубликован атлас по гематологии сельскохозяйственных животных под редакцией В.Н. Никитина.

1.3. Теория гемопоэза

Гемопоэз – многостадийный процесс постоянного образования гемопоэтических клеточных клонов в специализированных органах кроветворения. Это сбалансированная, непрерывно обновляющаяся система, подчиняющаяся строгим механизмам регуляции, направленным на поддержание равновесия между образованием клеток и их разрушением. Отличительной чертой гемопоэза является разнообразие как видов клеток, их функций, морфологии, продолжительности жизни, так и места пребывания в организме.

В основе современных представлений о кроветворении лежит умеренная унитарная теория. Согласно этой теории, зрелые клетки крови каждого вида происходят из собственной родоначальной клетки, которая, в свою очередь, имеет общего предшественника с родоначальными клетками других видов (см. Приложение 2).

Согласно современным представлениям, клетки крови каждого вида происходят из полипотентной родоначальной клетки. У всех родоначальных клеток есть, в свою очередь, общий предшественник. Если раньше этим предшественником признавали гемоцитобласт, развивающийся из ретикулярной клетки, то теперь родоначальными считают специальные клетки, морфологически неотличимые от зрелых лимфоцитов. Они составляют 1 класс клеток – полипотентные клетки – предшественники, или колониеобразующие единицы селезёнки (КОЕс), стволовые клетки. Стволовые клетки обладают двумя главными свойствами – способностью к дифференциации в различные функциональные клеточные популяции, к самообновлению и самоподдержанию.

В настоящее время считают, что после коммитирования (или детерминирования) стволовых клеток, т.е. дифференциации и потери ими возможности развития в ином («соседнем») направлении, образуются две группы клеток: клетки – предшественники лимфо- и миелопоэза, которые составляют 2 класс клеток. Эти частично детерминированные полипотентные клетки – предшественники называются также полустволовыми. После дальнейшей дифференцировки образуются клетки 3 класса – унипотентные клетки – предшественники, чувствительные к гуморальным факторам – индукторам кроветворения (эритропоэтину, лейкопоэтину т.д.). Они могут трансформироваться только в определенный клеточный вид. Находясь вне митотического цикла (деления), клетки – предшественники всех трёх перечисленных классов представляют собой мелкие лимфоидные клетки, неотличимые от зрелых лимфоцитов. Среди каждого ста лимфоцитов костного мозга две клетки являются стволовыми. Готовясь к делению, стволовые клетки приобретают морфологические черты, характерные для бластных клеток. В соответствии с современными представлениями их

принято называть «недифференцируемые бласты». Это клетки с небольшим количеством беззернистой цитоплазмы, равномерно окрашенным ядром, часто содержащим нуклеолы нежной структуры. Как стволовые кроветворные клетки, так и другие клетки – предшественники постоянно интенсивно мигрируют из одних кроветворных органов в другие. Биологический смысл такой рециркуляции заключается в постоянном обмене между различными участками кроветворной ткани, что объединяет их в систему. При этом происходит также отбор лучших клеток из своеобразного «обменного котла». 4 класс – морфологически распознаваемые пролиферирующие клетки. К ним относят бласты – родоначальники специфических видов клеток и другие клеточные элементы, способные к пролиферации (например, для гранулоцитарного ряда это миелобласты, промиелоциты, миелоциты). 5 класс – созревающие клетки, не способные делиться, но сохранившие способность к созреванию (в уже рассмотренном ряду это метамиелоциты и палочкоядерные гранулоциты). 6 класс – зрелые клетки. Именно они обычно присутствуют в периферической крови.

Существенно изменились представления о происхождении и дифференцировке лимфоцитов. Были открыты два типа лимфоцитов: обеспечивающие гуморальный иммунитет – В-лимфоциты (от bursa – сумка) и обеспечивающие клеточный иммунитет – Т-лимфоциты (от thymus – вилочковая железа). Клетки-предшественники лимфоцитов дифференцируются в костном мозге, после чего поступают в периферические лимфоидные органы. Морфологически различить В- и Т- лимфоциты невозможно. Они дифференцируются по разным иммуноглобулиновым рецепторам и участию в реакциях бласттрансформации.

Моноциты, как и все другие клетки крови, образуются из стволовых клеток, а не из клеток ретикулоэндотелиальной системы. В то же время моноциты, выходя за пределы сосудистого русла, превращаются в макрофаги, которые образуют систему фагоцитирующих мононуклеаров. (СФМ). Лимфоциты периферической крови представляют собой неоднородную популяцию клеток, а состоят из Т- и В- лимфоцитов.

Процесс гемопоэтического самообновления и дифференцировки стволовых клеток невозможен без гемопоэтического микроокружения: стволовые клетки и их потомство должны находиться в непосредственной близости от не гемопоэтических мезенхимных клеток, называемых стромальными. К последним, располагающимся на эндотелиальной поверхности в костномозговой полости, относят фибробласты, эндотелиальные клетки, остеобласты, адипоциты. Вышеперечисленные клетки костного мозга образуют так называемое индуктивное микроокружение, обеспечивающее продукцию эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Гемопоэтические клетки нуждаются в двух тесно связанных между собой элементах – в растворимых гемопоэтических факторах роста и

мембраносвязанных молекулах присоединения (прикрепления). Указанные элементы им обеспечивают стромальные клетки.

Гемопоэтические факторы роста, или колониестимулирующие, относят к классу гликопротеиновых гормонов, регулирующих деление и дифференциацию гемопоэтических клеток, вырабатываются стромальными клетками костного мозга, а также Т-лимфоцитами и моноцитами. В регуляции гемопоеза участвуют также и некоторые ингибирующие факторы.

1.4. Свойства и состав крови

Кровь - это жидкая ткань, выполняющая различные функции. Состоит из плазмы и форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Кровь, лимфа и тканевая жидкость образуют внутреннюю среду организма, омывающую все клетки и ткани тела. Внутренняя среда имеет относительное постоянство состава и физико-химических свойств, что создает приблизительно одинаковые условия существования клеток организма (гомеостаз). Потребность в исследовании крови определяется, прежде всего, ее физиологической ролью, а также изменениями, наступающими в ней при различных патологических состояниях. Кровь тесно взаимосвязана со всеми органами и тканями. Вместе с эндокринной и нервной системами она обуславливает единство и целостность организма, обеспечивая его гомеостаз.

Функции крови:

1. Транспортная функция – кровь переносит необходимые для жизнедеятельности органов и тканей различные вещества, газы и продукты обмена. Транспортная функция осуществляется как плазмой, так и форменными элементами крови в которых могут находиться практически все вещества, катионы и анионы, входящие в состав крови. Одновременно те же самые агенты могут транспортироваться непосредственно плазмой. Многие из них переносятся в неизменном виде, другие вступают в нестойкие соединения с различными белками.

2. Дыхательная функция. Эта функция заключается не только в переносе газов, но и в переходе их как из крови в легкие и ткани, так и в обратном направлении.

3. Экскреторная функция. Кровь уносит из тканей конечные продукты метаболизма: мочевину, мочевую кислоту и другие вещества, удаляемые из организма органами выделения

4. Гуморальная регуляция. Благодаря своей транспортной функции кровь обеспечивает химическое взаимодействие между всеми частями организма, т.е.

гуморальную регуляцию. Кровь переносит гормоны и другие, физиологически активные вещества.

5. Защитная функция крови чрезвычайно разнообразна. С наличием в крови белых кровяных телец – лейкоцитов связана специфическая (иммунитет) и неспецифическая (главным образом фагоцитоз) защита организма. В составе крови содержатся все компоненты системы комплемента, играющей важную роль, как в специфической, так и неспецифической защите. К защитным функциям относится сохранение в циркуляции жидкого состояния крови и остановка кровотечения (гемостаз) в случае нарушения целостности кровеносных сосудов.

6. Трофическая (питательная) функция. Кровь обеспечивает все клетки организма питательными веществами: глюкозой, аминокислотами, жирами, витаминами, минеральными веществами, водой.

7. Терморегуляторная функция. Кровь охлаждает внутренние органы и переносит тепло к органам теплоотдачи.

8. Поддержание постоянства внутренней среды. Кровь поддерживает стабильность ряда констант организма.

9. Обеспечение водно-солевого обмена. Кровь обеспечивает водно-солевой обмен между кровью и тканями. В артериальной части капилляров жидкость и соли поступают в ткани, а в венозной части капилляра возвращаются в кровь

Состав крови можно представить схемой:

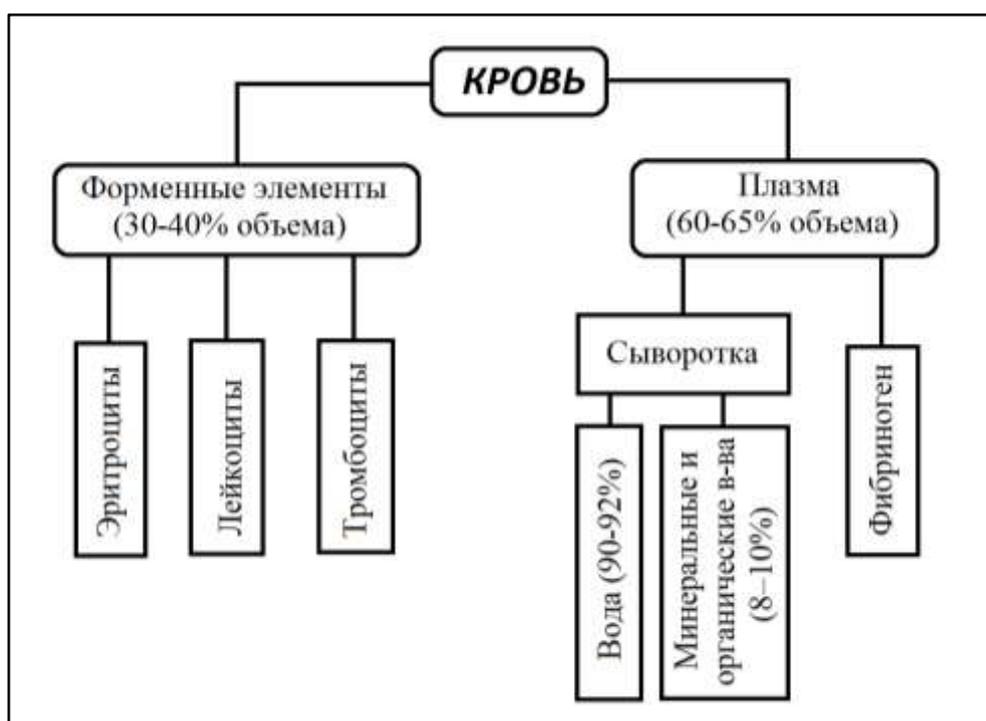


Рисунок 1. Схема состава крови

У позвоночных животных кровь представляет собой густую непрозрачную клейкую жидкость ярко-красного цвета в артериях и несколько более тёмного - в венах. На вкус она солоновата, имеет своеобразный запах. Удельный вес крови сельскохозяйственных животных колеблется в пределах 1,050-1,060, сыворотки =1,026-1,030. Клетки крови имеют больший удельный вес, и поэтому они оседают, занимая приблизительно одну треть объёма крови, причём лейкоциты, как более лёгкие, располагаются поверх эритроцитов.

Отношение общего числа количества крови в организме животных к весу их тела составляет в среднем:

у лошадей $\frac{1}{10}$ (9,8%),	у свиней $\frac{1}{22}$ (4,6%),
у верблюдов $\frac{1}{11}$ (8,8%),	у кошек $\frac{1}{15}$ (6,7%),
у овец $\frac{1}{12}$ (8,3%),	у кроликов $\frac{1}{18}$ (5,5%),
у крупного рогатого скота $\frac{1}{13}$ (7,7%),	у кур $\frac{1}{14}$ (7,1%),
у собак $\frac{1}{13}$ (7,4%),	уток и гусей $\frac{1}{12}$ (8,5%).

Общее количество циркулирующей крови зависит от потребности в ней организма, уменьшаясь или увеличиваясь за счет депонированной.

Вязкость крови и сыворотки выше, чем вязкость воды в 3-4 раза.

Это обуславливается наличием в ней клеток и, главное, её коллоидным состоянием. Вязкость крови имеет большое значение, так как ограничивает её просачивание через тонкие стенки капилляров.

Осмотическое давление крови зависит, главным образом, от наличия в ней неорганических веществ, белков и электролитов: NaCl, NaHCO₃, Na₂HPO₄, CaCl₂, KCl. Из них большое значение имеет, хлористый натрий. 0,9-процентный раствор хлористого натрия обладает таким же осмотическим давлением, как и кровь (около 7 атмосфер) и является, поэтому изотоничным крови, его называют физиологическим раствором. Им можно пользоваться в случаях кровопотерь в качестве временной меры для поддержания нужного осмотического давления крови. Осмотическое давление крови отличается стойкостью. При его нарушении они быстро выравниваются с помощью различных регуляторных систем (легкие, кожа, почки и пр.).

Осмотическое давление белков и других коллоидов плазмы крови, называется онкотическим, очень слабое и составляет тысячные доли от общей величины осмотического давления крови. Однако онкотическое давление имеет большое значение в водном обмене, в образовании лимфы, мочи и других жидкостей организма.

Осмотическое давление крови здорового животного устойчивая величина, ее колебания незначительны большое значение для проницаемости веществ из крови в ткани и обратно (через полунепроницаемую мембрану жидкость движется всегда в сторону от раствора с меньшим осмотическим давлением к

раствору с большим). Поэтому высокое осмотическое давление внутри клетки способствует всасыванию жидкости из внешней среды. Высокое гидростатическое давление действует противоположно, и, следовательно, способствует выделению жидкости во внешнюю среду. Их соотношение имеет решающее значение для водного обмена между кровью и тканями.

Помимо постоянного осмотического давления, в крови должно быть постоянное соотношение ионов, особенно ионов Na, Ca и K. Раствор, в котором сохраняется нормальное соотношение ионов, будет в большей степени поддерживать жизнедеятельность организма, чем физиологический раствор. Такими растворами являются, например, раствор Рингера, раствор Тирода и некоторые другие.

Очень большое значение для жизнедеятельности организма имеет реакция крови. На лакмус она даёт слегка щелочную реакцию, а по концентрации водородных ионов (рН) почти нейтральная. Реакция эта удерживается очень стойко, так как, в крови содержатся так называемые буферные системы, тотчас же выравнивающие сдвиги в сторону щелочности (алкалоз) или в сторону кислотности (ацидоз). К буферным системам принадлежат:

1. Бикарбонатная, состоящая из угольной кислоты и соли этой кислоты.
2. Фосфатная, состоящая из одноосновной или двухосновной солей фосфорной кислоты (карбонатная ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$) и фосфатная ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$) системы, а также гемоглобин крови, которые освобождая или связывая H-ионы, поддерживают постоянство концентрации водородных ионов в крови).
3. Белковая, состоящая из кислого белка плазмы и его солей.
4. Гемоглобиновая, состоящая из кислого гемоглобина и его калиевой соли.
5. Оксигемоглобиновая, состоящая из кислого оксигемоглобина и его калиевой соли.
6. Кислотная, состоящая из молочной, пировиноградной и других слабых кислот и их солей.

Организму очень важно иметь достаточный запас подобных веществ, особенно карбонатов, составляющих, так называемую резервную щелочность крови, способную связывать кислые продукты. Достаточный запас щелочей обеспечивает нормальную реакцию крови, например, при мышечной работе, когда кровь может перегружаться кислыми веществами. При усиленной мышечной деятельности происходит усиленное образование кислых продуктов, а их выделение из организма запаздывает. При этом расходуется щелочной запас крови.

Резервная щелочность в крови сельскохозяйственных животных, определяемая по методу Д.Д. Ван-Слайка, колеблется в пределах от 45-85%. Так в

крови лошади при покое в пределах 56-80, у коровы 52-85, у свиньи 68-72,5, у кролика 48-68%.

Можно считать допустимым без опасений за здоровье животного снижение щелочного запаса не более чем до 40-50% от нормального. У лошадей восстановление щелочного запаса крови происходит довольно быстро, уже через 30-40 минут после бега. По щелочному запасу крови можно судить о состоянии животного. Запас щелочей крови зависит и от кормления, что следует иметь в виду при установлении кормового режима животного.

Форменные элементы находятся в плазме во взвешенном состоянии и распределены в ней равномерно. Но общее их количество, а также соотношение между ними неодинаково. Плазма крови содержит воду (90-92%), газы (около 1%), и сухие вещества (8-9%). Сухие вещества состоят из органических и неорганических веществ.

Из органических веществ на первом месте стоят белки, их в крови 6-8%. В крови различают два вида белков: альбумины и глобулины. Один из глобулинов – фибриноген (его всего 0,1-0,4%) – при свёртывании выпадает в осадок, а альбумины и глобулины переходят в сыворотку, почему и называются сывороточными белками. Их роль неясна. По-видимому, они принимают участие в белковом обмене в организме. Глобулины связаны также с образованием защитных тел в крови. Роль белков крови как коллоидов состоит в том, что они связывают воду, препятствуя переходу её через капилляры, несмотря на высокое давление крови. Общее содержание белков крови создаёт её онкотическое давление. Как гидрофильные и высокодисперсные коллоиды белки содействуют растворению в крови постоянно и его невозможно изменить даже повторными кровопусканиями.

Остаточный азот (небелковый) клинически важен, так как характеризует интенсивность обмена белка. В крови находится в количестве 0,02-0,04% мочевины, мочевая кислота, аминокислоты, альбумозы (пептоны), аммиак, креатин, креатинин, пуриновые основания, гиппуровая кислота и индикан. На эти вещества не следует смотреть как на отбросы белкового обмена, ибо они всегда присутствуют в крови и каждое вещество, входящее в состав остаточного азота, выполняет какую-то физиологическую роль. Из организма удаляются только их избытки.

Из других органических веществ в плазме крови находятся: глюкоза; жиры; липоиды; пигмент (билирубин); ферменты (амилаза, оксидаза, пероксидаза, липаза, лизоцим и др.); гормоны; антитела (антиферменты, гемолизины, агглютинины и др.).

Иммунные вещества крови не могут быть определены химическими методами и учитываются, иногда очень точно, по их действию. Они весьма разно-

образны и обладают резко выраженной специфичностью. Один из этих веществ обезвреживают ядовитые вещества (токсины), выделяемые бактериями, - это антитоксины, другие склеивают микробы – это агглютинины, третьи растворяют их – это лизины. Они образуются в ретикуло-эндотелиальной или лимфоидной ткани, причём для их образования нужно проникновение в организм чужеродных веществ. Ввиду того, что подобные раздражения происходят постоянно при общении организма со средой, то на образование иммунных веществ мы должны смотреть как на явление вполне нормальное, которое может переходить в патологическое при некоторых условиях (инфекции и пр.).

Белки крови отличаются резко выраженной специфичностью, как видовой, так даже и индивидуальной. Внедрение в кровь чужих белков всегда сопровождается их разрушением, так как они вызывают защитные реакции в двух направлениях: с одной стороны они разрушаются защитными ферментами, а с другой стороны, активизируется ретикулоэндотелиальная система, которая их поглощает (фагоцитоз) и выделяет против них специфические антитела, обезвреживающие их влияние.

Кроме защитных ферментов, в крови всегда находятся много ферментов, принимающих участие в промежуточном обмене веществ в организме.

Углеводы находятся в крови в виде глюкозы (другие сахара случайны и непостоянны) в устойчивой концентрации, в количестве около 0,1% (у птиц 0,29%). Постоянство содержания глюкозы поддерживается с помощью нервного и эндокринного механизма, не допускающего ни увеличения сахара в крови (гипергликемии), ни его уменьшения (гипогликемии). Как то, так и другое опасно для здоровья. Незначительные колебания количества сахара в крови зависят от интенсивности обмена.

Жиры в крови находятся постоянно в количествах, зависящих от приёма пищи. Так, приём молока молодняком вызывает появление в крови уже через 20-30 минут гемокония – мельчайших частиц жира, которые быстро исчезают. Имеются в крови и продукты обмена жира в виде разных кислот жирного ряда: уксусной, пропионовой, масляной и пр., которые утилизируются для синтеза жира в разных местах тела.

1.5. Схема исследования крови и показания для него

Полное исследование крови предполагает определение физико-химических свойств, а также количественный и морфологический учёт форменных элементов крови: эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов; исследования костно-мозгового пунктата, селезёнки, исследования функциональной способности кроветворных органов. В целом, все исследования крови можно объе-

динить в 5 групп анализов: 1. Общий (клинический) анализ крови, 2. Биохимический анализ крови, 3. Иммунологический анализ крови, 4. Гормональный анализ крови, 5. Серологический анализ крови.

Физическое исследование предполагает определение удельного веса, вязкости, ретракции кровяного сгустка, скорость свёртывания, осмотической резистентности эритроцитов, гематокритной величины, скорости оседания эритроцитов (СОЭ).

Химическое исследование состоит из определения рН, щелочного резерва, гемоглобина, билирубина, индикана, остаточного азота, солей, ферментов, витаминов и других веществ.

Морфологический анализ предусматривает определение количества, качественных изменений со стороны ядра и протоплазмы эритроцитов и лейкоцитов регенеративного и дегенеративного характера, учёт клеточных форм, которые появляются в циркулирующей крови только при определённых патологических процессах.

Исследование костно-мозгового пунктата — определение количества эритроцитов и миелокариоцитов, гемоглобина, выведение миелограммы.

Исследование селезёнки — пальпация и перкуссия органа, пункция с выведением спленограммы.

В состав крови входит плазма, лейкоциты, эритроциты, тромбоциты и многие другие компоненты, соотношение и количество которых может раскрыть информацию о функционировании организма в целом. Именно поэтому анализ крови является неотъемлемой частью любого обследования и ни один врач не поставит пациенту окончательный диагноз, не попросив предварительно сдать анализы.

При полном гематологическом исследовании производится анализ по всем или многим из вышеперечисленных показателей. Однако такое разностороннее исследование связано с большими методическими трудностями, затратой большого количества времени и поэтому выполняется редко.

Чаще в клинической практике ограничиваются неполным анализом крови, состоящим из подсчёта количества эритроцитов и лейкоцитов, определения гемоглобина, СОЭ, выведения лейкограммы.

Общий анализ крови проводят пациентам с целью выявления инфекций, воспалительных процессов, данное исследование также помогает определить, есть ли в организме злокачественные новообразования или вирусная инфекция. С помощью общего клинического анализа крови врач оценивает эффективность назначенного лечения. Выбор других тестов определяется главным образом клиническими надобностями.

1.8. Методы взятия крови

При взятии крови соблюдают правила асептики и антисептики. Место взятия проб крови тщательно выстригают и протирают ватным тампоном, смоченным спиртом или спирт-эфиром - **нельзя применять другие дезинфицирующие средства**, так как они разрушают клетки крови. Кровь собирают в чистую, сухую посуду. Во избежание гемолиза, кровь следует набирать по стенке пробирки. При многократном взятии крови, а также при неудавшейся попытке ее получения необходимо менять точки отбора проб крови.

Кровь для исследования лучше получать у животных утром до кормления и водопоя. Животные должны быть отдохнувшими и успокоенными.

При инфекционных и кровепаразитарных болезнях кровь у животных желательнее получать во время повышения температуры.

Если для проведения анализов требуется небольшое количество крови, то её получают из мелких кровеносных сосудов.

Для морфологического исследования крови необходимо взять несколько капель крови. При этом кровь необходимо брать из определённых кровеносных сосудов: у крупного и мелкого рогатого скота, лошадей, свиней, кроликов из краевой ушной вены; у плотоядных из сосудов уха; у кур из сосудов гребешка или серёжек; у водоплавающих из сосудов плавательной перепонки; у крыс и мышей – из хвоста, отрезая нагретый до 30° его кончик.

Большое влияние на показатели крови оказывает кормление, перевозбуждение животного (особенно во время фиксации), физические нагрузки, применение фармакологических препаратов (так глюкокортикоиды способны повышать СОЭ, а некоторые антибиотики, анальгетики – снижать гемоглобин и вызывать гемолиз), рентгенологических исследований, физиотерапевтические процедуры, воздействие токсических препаратов. Большое значение имеют факторы внешней среды и особенно биогеоценотических провинций. Повторные исследования желательнее проводить в одни и те же часы, поскольку морфологический состав крови подвержен колебаниям на протяжении суток. У моногастричных животных кровь берут до кормления в утренние часы, у жвачных – утром через 4 часа после кормления.

При клиническом лабораторном анализе исследуют цельную кровь, плазму и сыворотку.

Для получения плазмы крови (Рис. 2) кровь с антикоагулянтом центрифугируют 20-30 мин при 2000-3000 об./мин.

Для отделения сыворотки пробирки с кровью без антикоагулянта ставят в теплое место до полного отделения сыворотки. Сыворотка крови отличается от плазмы отсутствием в ней фибриногена.



Рисунок 2. Получение плазмы крови

Для получения цельной крови или плазмы используют вакуумные пробирки (где содержится антикоагулянт), или в чистую пробирку предварительно вносят антикоагулянт (противосвертывающее средство). В расчете на 15-20мл крови берут: 2-3 капли 1%-го раствора гепарина или 15-20мг натрия лимоннокислого или щавелевокислого, или 3-4 капли 10%-го раствора трилона Б (ЭДТА - натрия этилендиаминтетраацетат) Механизм воздействия веществ различен. Гепарин, в качестве кофактора участвует в формировании в плазме комплекса тромбин-антитромбин 3, в результате чего тромбин, оказываясь связанным, становится, неспособным

переводить фибриноген в фибрин, в результате кровь не сворачивается. Трилон Б, связывая кальций крови, блокирует коагуляцию.

Необходимо строго соблюдать дозировку антикоагулянтов, т.к. избыточная их концентрация вызывает в крови различные изменения вплоть до гемолиза, а недостаточное их количество может привести к свертыванию крови.

Так, Трилон Б - наиболее распространенный антикоагулянт при использовании автоматических гематологических анализаторов. Его концентрация должна составлять 1,5-2,2мг/мл крови. Недостаток антикоагулянта приводит к образованию микросвертков, избыток повышает осмотическое давление, вследствие чего форменные элементы крови сморщиваются.

Важно помнить, что в целях лучшего перемешивания крови с антикоагулянтом пробирку осторожно перевертывают не менее 20 раз, предварительно закрыв пробкой (ватным тампоном), но не взбалтывают. При взятии крови в больших количествах (колбочки), с этой же целью, сосуд покачивают, создавая вращение жидкости.



Рисунок 3. Получение сыворотки крови

Для получения сыворотки, кровь без антикоагулянта, ставят в теплое место до полного отделения сыворотки (Рис.3). В случаях приклеивания сгустка крови к стенке пробирки проводят обводку для отделения его от стенки, используя при этом проволоку, мандрену или спицу.

Антикоагулянт влияет на форменные элементы крови, для исключения спонтанной агрегации тромбоцитов исследу-

дования рекомендуется проводить не позже 0,5 часа, либо спустя 6 часов от момента взятия крови (время адаптации тромбоцитов к антикоагулянту).

Цельную кровь, плазму хранят в холодильнике при температуре 4-8⁰С не более 1 суток. Длительное хранение приводит к набуханию клеток и, как следствие, к артефициальному изменению параметров, связанных с их объемом. Такие изменения у здоровых животных критического значения не имеют, но при патологических состояниях изменяются более резко, что приводит к большим отклонениям при исследовании.

При транспортировке проб крови используются герметичные пробирки и специальные транспортные изотермические контейнеры.

В зависимости от целей исследований и вида животных кровь получают из капилляров, крупных кровеносных сосудов или непосредственно из сердца.

Важно помнить, что независимо от вида животных, места взятия крови животных необходимо надежно фиксировать.

При получении из капилляров (уха) кровеносный сосуд пересекают иглой поперек, т.к. при продольном проколе стенки сосудов быстро соединяются и кровь не поступает в рану. Для забора капиллярной крови используют иглы скарификаторы или обычные хирургические иглы для инъекций, предварительно похлопать (стряхивая остатки волос и пыли) помассировать место прокола для создания стойкой гиперемии. Прокол кожи должен быть достаточно глубоким (3-5мм), но зависит от толщины кожи и количества требуемой крови. Первую каплю следует удалить, т.к. она содержит элементы тканевой жидкости и место прокола необходимо обсушить, иначе вторая капля будет растекаться. Выступающая капля должна стоять куполом, это удобно для ее последующего насасывания. Вторую каплю берут для определения тромбоцитов. Из следующей капли крови делают мазки, затем последовательность может быть любая (СОЭ, ретикулоциты, определение гемоглобина и т.д.). По окончании процедуры взятия крови прикладывают ватный спиртовой тампон.

При взятии из гребня взрослых кур, обработанную кожу у края гребня прокалывают иглой или отстригают кончик края гребня или сережки при взятии большого количества пробы крови (4-5мл). Кровотечение останавливают, пережав кончик гребня тампоном или обычной прищепкой. Забор крови из яремной вены возможен у большинства видов, включая маленьких птиц, вроде канареек и волнистых попугаев, но затруднено у голубей, т.к. у них довольно диффузное сплетение вен вместо одной большой.

При взятии из крыловой (плечевой) вены зафиксированной птице расправляют крыло (Рис. 4). Место взятия (ближе к локтевому суставу) на внутренней стороне плечевой кости выщипыванием очищают от мелких перьев и пуха. После прокола и сбора крови проводят тампонирующее. Также кровь

можно получить из большой плюсневой и/или медиальной метатарзальной вен, и непосредственно из сердца, зафиксировав в спинном положении.

У попугаев кровь получают из пальца нижней конечности. Метод взятия из крыловой вены приводит к обильному кровотечению и гибели птицы.



Рисунок 4. Взятие крови у птиц из крыловой (плечевой) вены (а) и большой плюсневой вены (б)

У мелких животных (норки, нутрии, крысы, мыши, хомячки) кровь можно получить, обрезав кончик хвоста ножницами (предварительно разогреть хвост, опустив его в воду с температурой 40-45⁰С), из десен.

Также у мелких животных и птиц кровь можно получить из капилляров уха, из мякисей пальцев (ступни), непосредственно из сердца. Из ушных вен - крупный рогатый скот, свиньи, кролики, соболь.

У плотоядных животных кровь получают из подкожной вены предплечья или вены сафена.

У сельскохозяйственных животных кровь получают из яремной вены, а также, у крупного рогатого скота - из хвостовой артерии или вены (Рис. 5, 6).



Рисунок 5. Взятие крови у крупного рогатого скота из хвостовой артерии



Рисунок 6. Взятие крови у мелкого рогатого скота (а) и альпака (б) из яремной вены

У свиней также для отбора проб крови используют: ушные вены (латеральная или центральная), орбитальный (глазной) венозный синус, у поросят массой менее 20 кг - грудное венозное сплетение (Рис. 7).



Рисунок 7. Взятие крови у свиней из краниальной половой вены (а) и орбитального венозного синуса (б)

Кровь для исследования у рыб берется из сердца, хвостовой артерии (Рис. 8), культы хвоста или жаберных вен. Выбор способа взятия крови зависит от размера рыбы и объема, необходимого для анализа.



Рисунок 8. Взятие крови у рыб: из хвостовой артерии.

При заборе крови у водных рептилий, как и у рыб, необходимо участок, используемый для пункции, высушивать - в противном случае образцы могут гемолизироваться и контаминироваться.



Рисунок 9. Фиксация и взятие крови у змеи из хвостовой артерии.

При работе с рептилиями, более адекватна пункция вентральной хвостовой артерии, вследствие ее доступности (Рис. 9, 10). Таким способом осуществляют забор крови у змей, ящериц, крокодилов и кайманов. У черепах кровь по-

лучают при укорочении когтей, пункции яремной вены, из сердца, плечевых и бедренных вен, вентральной и дорзальной копчиковых вен, затылочного венозного синуса (Рис. 11).

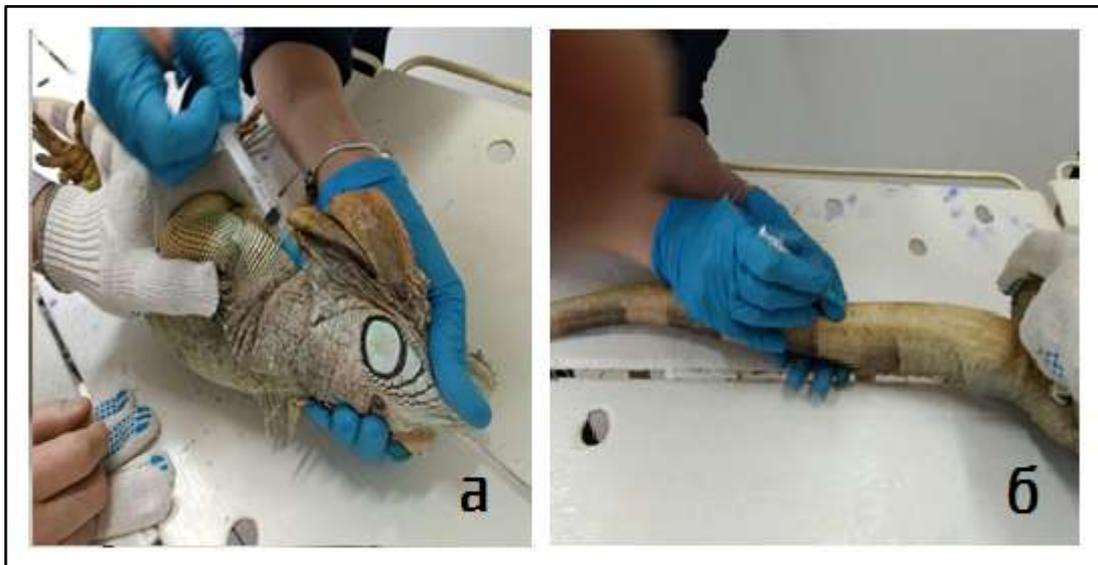


Рисунок 10. Фиксация и взятие крови у игуаны из яремной вены (а) и хвостовой артерии (б).



Рисунок 11. Фиксация и взятие крови у черепахи из дорзальной копчиковой вены (а) и затылочного венозного синуса (б).

У морских млекопитающих (дельфинов и ластоногих) отбор крови осуществляют из крупных сосудов (артерии или вены) хвостового плавника (Рис. 12), у тюленей – из внутрипозвоночной (экстрадуральной) вены при помощи иглы для спинномозговой пункции.



Рисунок 12. Взятие крови у дельфина из сосуда хвостового плавника

Собранная в пробирки кровь должна быть доставлена в лабораторию. После попадания в пробирку образец крови имеет ограниченный срок стабильности (зависит от консерванта и от условий доставки/хранения). Стабилизированную кровь при сохранении её в холодильнике можно использовать для подсчёта количества эритроцитов и лейкоцитов в течение 72 часов, для приготовления мазков – до 24 часов.

1.7. Профилактика инфицирования при работе с кровью

При взятии крови у животных, а также при лабораторных исследованиях с возможным попаданием на ветеринарного работника крови или биологических жидкостей используют средства индивидуальной защиты. Обязательны для него – медицинский халат, резиновые перчатки, очки и маска (или щиток).

Любое повреждение у ветеринарного специалиста кожи и слизистых оболочек, попадание на них крови или другой биологической жидкости пациента должно квалифицироваться как возможный контакт с материалом, содержащим инфекционный агент.

Если контакт с кровью или другой биологической жидкостью произошел с нарушением целостности кожных покровов (укол, порез), то необходимо:

- быстро снять перчатки рабочей поверхностью внутрь;
- сразу же выдавить из раны кровь;

- поврежденное место обеззаразить одним из дезинфицирующих растворов (70 % раствор спирта, 5 % настойка йода при порезах, 3 % раствор перекиси водорода при уколах и др.);
- руки вымыть под проточной водой с мылом и протереть спиртом;
- на рану наложить пластырь.

В случае загрязнения кровью или другой биологической жидкостью без повреждения кожи следует:

- обработать кожу спиртом, а при его отсутствии другими дезинфицирующими растворами;
- промыть место загрязнения водой с мылом и повторно обработать спиртом.

При попадании биологического материала на слизистые оболочки:

- полости рта – прополоскать рот 70 % спиртом;
- полости носа – закапать 30 % раствор альбумида из тюбика-капельницы;
- глаза – промыть глаза водой (чистыми руками), закапать 30 % раствор альбумида из тюбика-капельницы. При отсутствии 30 % раствора альбумида для обработки слизистых носа и глаз можно использовать 0,05 % раствор марганцовокислого калия.

При попадании биоматериала на халат или одежду следует это место немедленно обработать одним из дезинфицирующих растворов.

1.8. Преаналитика при использовании вакуумных пробирок

Контроль преаналитических факторов в гематологических исследованиях является ключевым для обеспечения качественных результатов тестов. Нарушение правил при взятии пробы, транспортировке и хранении образца, а также факторы, связанные с пациентом, могут привести к неверным или неточным результатам анализов и, в итоге - к постановке ошибочного диагноза.

При взятии крови для получения стабилизированной крови и плазмы можно использовать как пластиковые, так и стеклянные пробирки, а при получении сыворотки - только стеклянные, так как от пластика сгусток крови отделяется с большим трудом или вообще не отходит. Отделение сгустка крови спицей или стеклянной палочкой от стенок пробирки в данном случае приводит к разрушению эритроцитов, и сыворотка становится гемолизированной, что недопустимо при определении многих биохимических показателей.

Получение образцов крови посредством иглы и обычной пробирки называется «открытым». При заборе крови таким способом часто случаются сложности: это тромбирование крови в иглах, гемолиз, стеклянные пробирки могут

разбиться, а образцы крови разлиться. Использование «открытых» способов забора крови приводит к высокому уровню браковки образцов, повышает диагностическую ошибку, способствует распространению инфекций, а в случаях зооантропонозов приводит к риску заболевания человека. Указанных недостатков во многом лишены современные системы забора образцов крови, получившие названия «закрытых» или вакуумных систем.

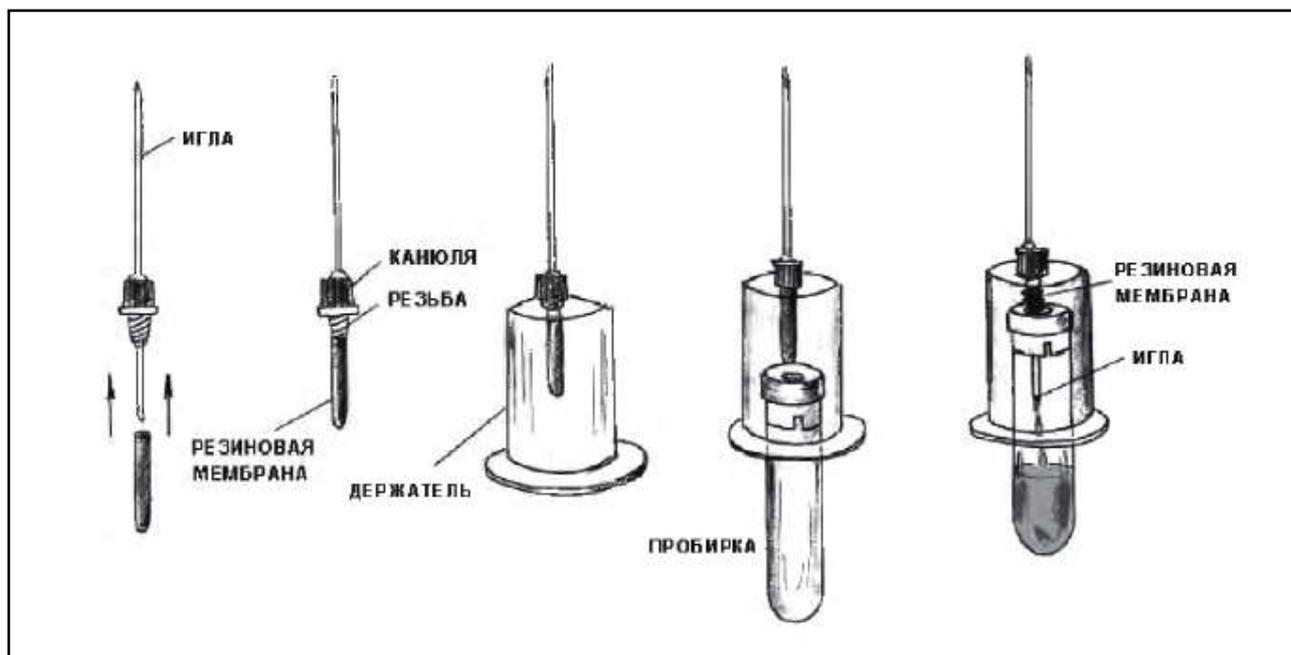


Рисунок 13. Вакуумная система для взятия крови

Преимущества отбора крови в вакуумные системы:

1. Возможность взятия крови в несколько пробирок при однократном проколе кровеносного сосуда.
2. Исключается воздействие давления на форменные элементы и активация факторов свертывания из-за медленного движения поршня шприца.
3. Соблюдение правильного соотношения кровь/антикоагулянт за счет точной дозировки вакуума и реагента в пробирке.
4. Возможность использования в качестве первичной пробирки в ряде автоматических анализаторов.
5. Закрытая система исключает контакт врача с кровью и риск заражения зооантропонозами.

Современные производители предлагают широкий ассортимент вакуумных систем. Большинство вакуумных систем для отбора проб крови состоят из трех основных элементов, соединяющихся между собой в процессе взятия крови (рисунок 13): стерильной одноразовой пробирки с крышкой и дозированным содержанием вакуума; стерильной одноразовой двусторонней иглы с визуальной камерой (или без камеры), закрытой с обеих сторон защитными колпачка-

ми; одно- или многоразового иглодержателя. Под действием вакуума кровь втягивается через иглу напрямую из вены в пробирку.

Производители пробирок гарантируют надёжную герметичность, идеальную стерильность и стабильность вакуума на протяжении двух лет. Как правило, крышки состоят из двух элементов — резиновой пробки и пластикового корпуса, который обозначен тем или иным идентификационным цветом, в соответствии с межгосударственным стандартом **ISO 6710-2011** для вакуумных пробирок (Приложение 14). Может присутствовать также цветное колечко, указывающее на специфику наполнителя. Что касается формы, то на крышке вакуумной пробирки обязательно присутствует углубление, предохраняющее от контакта с кровью, которая может остаться после забора материала.

Вакуумные пробирки для получения сыворотки крови (Рис. 14)

Внутренние стенки пробирок для получения сыворотки покрыты микро-частицами кварца, которые активируют свертывание крови при аккуратном переворачивании пробирки. Благодаря наличию активатора сгустка в пробирках для получения сыворотки сокращается время ожидания его формирования, т. е. ускоряется процесс подготовки образца к исследованию. Время свертывания крови не менее 30 мин. После формирования сгустка форменных элементов крови пробирки только с активатором сгустка центрифугируют минимально при 1500 g в течение 10 мин; пробирки с разделительным гелем или активатором сгустка – при 1800 g в течение 10 мин.



Рисунок 14. Вакуумные пробирки для получения сыворотки крови:
а) с активатором свертывания и гелем; б) без наполнителя

Транспортируют и хранят образцы после центрифугирования при температуре не выше 6 °С. При использовании пробирок с разделительным гелем исследование сыворотки может быть произведено в течение 48 ч после взятия крови при условии предварительного центрифугирования. Для более длительного хранения и/или транспортировки сыворотку необходимо перенести во вторичную пробирку. Вторичные пробирки с пробами или пробирки с разделительным гелем (после центрифугирования) могут быть заморожены, однако температура не должна быть ниже минус 20 °С. При использовании пробирок без разделительных элементов или с активатором сгустка исследование сыворотки должно быть произведено не позднее 2–3 ч после взятия крови.

Вакуумные пробирки с гепарином (Рис. 15)

Внутренние стенки пробирки покрыты солями гепарина (литиевой, натриевой, аммония). Антикоагулянт гепарин активирует антитромбины, таким образом блокируя каскад свертывания крови.

Пробирки, используемые для получения гепаринплазмы, содержат 12–30 МЕ гепарина на 1 мл крови.



Рисунок 15. Вакуумные пробирки для гематологии: а) с гепарином; б) с ЭДТА

После взятия крови стандартные пробирки сразу же центрифугируют при ускорении 2000–3000 g в течение 15 мин; пробирки с разделительным гелем – при 2200 g в течение 15 мин. Транспортировка и хранение образцов после центрифугирования осуществляется при температуре не выше 6 °С. При использо-

вании пробирок без разделительных элементов или с активатором свертывания исследование плазмы должно быть произведено не позднее 2–3 ч после взятия крови. При использовании пробирок с разделительным гелем анализ плазмы может быть произведен в течение 48 ч после взятия крови.

Вакуумные пробирки с ЭДТА для сохранения клеточного состава (Рис. 15)

На внутреннюю стенку пробирки нанесена ЭДТА-К2 или ЭДТА-К3 в концентрации 1,2–2 мг (0,00411–0,006843 моль/л) на 1 мл крови.

Сразу после взятия крови в пробирку с ЭДТА необходимо аккуратно перемешать содержимое, переворачивая 2–3 раза (не встряхивать, чтобы не образовалась пена). Центрифугирование пробирки для молекулярной диагностики (с ЭДТА-К2 +гель) проводят с ускорением 1800–2200 g в течение 10 мин.

В пробирках с ЭДТА эритроциты, лейкоциты и тромбоциты остаются стабильными до 24 ч. Фиксацию и окраску мазков необходимо выполнить в течение 2–3 ч.

Хранение (до 2 недель) и транспортировка пробирок с ЭДТА и разделительным гелем, не используемых для гематологического анализа клеточного состава образца, возможны до минус 20 °С. При более длительном (более 2 нед.) сроке плазму с ЭДТА необходимо перенести во вторичную пробирку.

Вакуумные пробирки для коагулологических исследований (Рис.16-а)

Пробирки для исследования гемостаза содержат раствор тринатрий цитрата в концентрации 0,109 моль/л (3,2%) или 0,129 моль/л (3,8%). Выбор концентрации зависит от правил лаборатории. Соотношение крови и реагента 9 : 1.

Сразу после взятия крови в пробирку с раствором цитрата необходимо перемешать содержимое, переворачивая 4–5 раз. При анализе тромбоцитарного звена центрифугирование проводят с ускорением 150 g в течение 5 мин; режим для рутинной коагулограммы – 1500–2000 g в течение 10 мин; при анализе факторов плазменной коагуляции или для глубокого замораживания плазмы – 2500–3000 g в течение 20 мин.

Анализ функции тромбоцитов и факторов коагулограммы рекомендуют проводить не позднее 3–6 ч после центрифугирования. Для более длительного хранения и/или транспортировки образца необходимо использовать вторичную пробирку.

Вакуумные пробирки со стабилизаторами

1. Вакуумные пробирки для исследований нестабильных аналитов с ЭДТА-К2 и аprotинином. Проба остается стабильной в течение 7 ч.

2. Вакуумные пробирки для клинических исследований плазмы в диабетологии (ЭДТА-К3, оксалат калия используют в качестве антикоагулянта; фто-

рид натрия, моноиодацетат стабилизируют уровень глюкозы крови на период до 48 ч) (Рис.16-б).



Рисунок 16. Вакуумные пробирки для: а) коагулологии; б) исследования глюкозы

1.9. Центрифугирование крови

Центрифугирование – отделение жидкой части крови (плазмы или сыворотки) от клеток. Важно соблюдать правила центрифугирования в отношении скорости и времени (см. Приложение 15).

Центрифугирование образца после формирования сгустка с целью получения сыворотки следует выполнять, убедившись в том, что кровь полностью свернулась. В нормальных условиях время, отводимое на свертывание крови, составляет около 30 мин. Однако у пациентов, получающих лечение антикоагулянтами или имеющих нарушения свертывания, время свертывания может быть удлинено до 1 ч.

Разделение форменных элементов и надосадочной жидкости может быть достигнуто и при других установочных параметрах центрифугирования. Центрифугировать пробирки для получения плазмы лучше при больших значениях относительной центробежной силы (ОЦС) (около 2200 g). Увеличение ОЦС и/или уменьшение времени должно быть утверждено в лаборатории.

Температурный режим может оказывать отрицательное воздействие на физические свойства геля. Наиболее полное отделение сыворотки и плазмы происходит при 20–22 °С.

Повторное центрифугирование пробирок с гелем может привести к разрушению гелевого барьера и попаданию частиц геля в сыворотку/плазму.

Вопросы для контроля к разделу 1

1. Внутренняя среда организма. Понятие о гомеостазе. Значение исследования крови.
2. Дайте определение понятия «крови». Состав, количество, свойства и функции крови.
3. Современное представление о кроветворении.
4. Защитная функция крови. Понятие о клеточном и гуморальном иммунитете.
5. Методы взятия крови у животных и птиц.
6. Какие антикоагулянты и для каких исследований применяются в гематологии?
7. Плазма, ее минеральный и белковый состав.
8. Методы исследования крови.
9. Виды вакуумных пробирок. Их маркировка и назначение.
10. Влияние методики взятия, транспортировки и подготовки пробы крови на результаты исследования.

2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВИ

2.1. Определение удельного веса крови

Удельный вес крови зависит от содержания в ней гемоглобина, белков, а также от содержания в кровяной плазме солей. Эритроциты имеют значительно больший удельный вес, чем плазма. Слагаемое из удельного веса эритроцитов и плазмы и образует удельный вес крови:

удельный вес эритроцитов.....	1,090-1,105 г/см ³ ,
удельный вес плазмы.....	1,024-1,031 г/см ³ ,
удельный вес крови.....	1,050-1,060 г/см ³ .

Удельный вес крови новорожденных несколько выше, чем у взрослых, и колеблется в более широких пределах; в первые месяцы жизни удельный вес значительно снижается и в дальнейшем с возрастом, хотя и незначительно, нарастает.

Для определения удельного веса применяют ареометрический метод Гаммершлага (в смеси бензола с хлороформом) или Мухина (в смеси хлороформа с бензином или керосином), а также способом Филлипса (в растворах сульфате меди с различной относительной плотностью) или пикнометрически (взвешивание крови в пикнометре).

Колебания удельного веса зависит от концентрации в плазме солей, сахара, гемоглобина и, отчасти, белков.

Повышение удельного веса наблюдается при полицитемиях, при различных болезнях, сопровождающихся сгущением крови (понос, рвота, гиперидроз, полиурия, экссудативные и трансудативные процессы, непроходимость кишок), а также при диабете, нефритах, отравлениях угарным газом, при лихорадках и механической работе. При воспалении почек, повышение удельного веса может быть за счет задержки плотных составных частей, которые повышают удельный вес.

Понижение удельного веса отмечается при различных анемиях, гемолитических процессах, гидремических состояниях (разжижении крови при обильном приёме воды) и истощении.

2.2. Определение вязкости крови

Под вязкостью принято понимать внутреннее сцепление составных частей жидкости, отражающееся на скорости прохождения ее по капиллярной трубке при определенной температуре и давлении. В основе определения вязкости крови лежит закон Пуазейя, согласно которому скорость течения жидко-

сти обратно пропорциональна ее вязкости. Т.е. чем меньшей вязкостью обладает жидкость, быстрее ее течение.

Вязкость крови зависит от количества и величины форменных элементов крови (которые при своем движении преодолевают силы внешнего и внутреннего трения), от содержания белка, от газового состава, и от вязкости плазмы крови.

Вязкость крови меняется с возрастом параллельно изменениям удельного веса. Так, у новорожденных в первые 3-5 дн. жизни показатель вязкости равен 14,8-10,0, в течение 5-6-го дней жизни – около 8,6, в течение первых 12 мес. жизни - 4,6 (3,8-5,4). У новорожденных количество эритроцитов выше (свыше бмлн.), чем у взрослых, что и определяет высокую вязкость крови.

Если вязкость воды принять за единицу, то вязкость плазмы крови равна 1,7-2,2, а вязкость цельной крови – около 5. В норме вязкость крови изменяется мало. Хотя в кровь поступает из кишечника значительное количество жидкости, она быстро связывается тканевыми белками и солями.

Вязкость крови составляет (по Детерману):

у крупного рогатого скота: 4,6-5,2;	у лошадей: 3,7-5,0;
у верблюда: 4,3-5,3;	у свиней: 4,0-5,0;
у овец: 4,4-6,0;	у коз: 5,0-6,0;
у собак: 3,8-5,5;	у кошек: 4,0-5,0;
у кроликов: 3,5-4,5;	у кур: 4,5-5,5.

Повышение вязкости крови наблюдается при усиленной мышечной работе, мясном кормлении у собак, лихорадочных заболеваниях (пневмония, плеврит, перитонит), недостаточности сердца на почве венозного застоя и появления при этом в крови избытка углекислоты, лейкозе, диабете.

Понижение вязкости крови обнаруживают при первичных и вторичных анемиях, резкой кахексии, гидремии, нефритах, избыточном углеводном кормлении.

2.3. Определение свертываемости крови

Свертываемость крови является защитной реакцией организма, предохраняющей его от кровопотери. Установлено, что процесс свертывания крови сложен и находится под регулирующим влиянием нервной и эндокринной систем организма. В крови находятся многочисленные факторы, которые делятся на прокоагулянты и антикоагулянты. Прокоагулянты способствуют образованию сгустка фибрина, а антикоагулянты, наоборот, препятствуют процессу свертывания. В крови прокоагулянты и антикоагулянты находятся в функциональном динамическом равновесии, которое предупреждает внутрисосудистое свертывание крови.

Свертываемость крови зависит не только от качества самой крови (сгущения ее, количества тромбоцитов), но также и от факторов, как окружающая температура, при которой проводят определение, величина травмы и методика; все эти моменты должны принимать во внимание. Лучше использовать одну и ту же методику, отмечая это в протоколах.

Существует несколько способов определения свертываемости крови: определение свертываемости крови на предметном стекле; по способу Фирорда; по способу Бюркера; по способу Ситковского-Егорова; по способу Шульца; по способу Ли и Уайта; по способу Фидлера; по способу Жакка; по способу Фрейфельду, или путём графической записи процесса свёртывания на тромбоэластографе. Все методы, существующие для определения времени свертывания крови, основаны на установлении интервала между взятием крови и появлением в ней сгустка фибрина.

Наибольшей быстротой свертываемости отличается кровь птиц, собак и овец. Медленнее, чем у других животных у лошади (Табл. 1).

Таблица 1.- Свертываемость крови животных

Свертываемость крови (по Мареку)	Свертываемость крови (по Мухину)
Овцы и собаки – 4-8 мин.	Собаки – 10 мин.
Крупный рогатый скот – 8-10мин.	Крупный рогатый скот – 5-6мин.
Лошадь – 15-30мин.	Лошадь – 8-10мин.
Свиньи – 10-15 мин.	
Птицы – 1,5-2 мин.	

Замедление свертываемости крови отмечается при кровопятнистой болезни в различной степени, заболеваниях с признаками геморрагического диатеза, анемиях различного происхождения, нефритах, холемиях; кровь почти не свертывается при гемофилиях, сибирской язве, при удушье.

Полная несвертываемость при инфекционной анемии лошадей, гемоспоририозах (пироплазмозе, нутталиозе).

Быстрое свертывание наблюдается при постгеморрагических анемиях, при гемоглобинемии, крупозном воспалении легких, кровопотерях, послеродовом периоде, при сильных болевых раздражениях.

2.4. Определение ретракции крови

Ретракция (сморщивание) - самопроизвольное отделение сыворотки крови от ее сгустка при отстаивании.

Ретракцию кровяного сгустка проводят в пробирке, которую после наполнения кровью помещают в термостат при температуре +37°C. Отношение количества сыворотки к объёму взятой крови обозначается как индекс ретрак-

ции. Образование кровяного сгустка нормальной крови лошади наступают через 1-3 часа, а полное отделение сгустка через 12-18 часов. У крупного рогатого скота ретракция протекает медленнее, нередко отсутствует.

На ретракцию кровяного сгустка влияют содержание в крови тромбоцитов и изменения ее химического состава крови. При экссудативном плеврите, контагиозной плевропневмонии и кровопяtnистой болезни лошадей, сопровождающихся уменьшением количества тромбоцитов и изменением химического состава крови, лихорадочных процессах *ретракция ослабляется*. А.В. Синев придает большое значение ретракции кровяного сгустка при диагностике стахиоботриотоксикоза лошадей. При этом заболевании первым и особенно надежным признаком является постепенное падение ретракции крови почти до полной ирретрактильности.

2.5. Определение осмотической резистентности эритроцитов

Резистентность эритроцитов — это устойчивость их к разрушительному влиянию осмотических, механических, температурных, химических, токсических и других факторов. Из разных видов резистентности наиболее популярной является определение осмотической.

Плазма крови содержит такую концентрацию минеральных солей, что силы осмотического давления в ней и внутреннее осмотическое давление в эритроцитах взаимно уравниваются. Растворы, имеющие осмотическое давление, равное внутреннему осмотическому давлению эритроцитов, называются *изотоническими*. В таких растворах эритроциты сохраняют свою форму и величину. Изотонической средой для эритроцитов животных является 0,85-0,9 %-ный раствор поваренной соли.

В *гипертонических* растворах эритроциты отдают свою воду и сморщиваются, принимая форму тутовой ягоды.

В *гипотонических* растворах эритроциты набухают вследствие поступления в них воды и увеличиваются в объёме. Гемоглобин в них выщелачивается, и клетка распадается (гемолиз).

Минимальная резистентность эритроцитов — начальная стадия гемолиза наименее устойчивых эритроцитов, появляющаяся в гипотоническом растворе натрия хлорида, близком к изотоническому.

Максимальная резистентность эритроцитов — полный гемолиз эритроцитов, наступающий при ещё меньшей концентрации гипотонического раствора.

Колебания между минимальной и максимальной резистентностью принято называть *шириной резистентности*.

Молодые эритроциты осмотически малоустойчивы, а старые — устойчивы. Таким образом, определяя осмотическую резистентность эритроцитов, можно делать выводы о регенеративной способности кроветворных органов: повышение устойчивости указывает на «старение» крови, на задержку эритропоэза, понижение устойчивости — на «омоложение» крови, усиление функции кроветворения.

Понижение осмотической резистентности эритроцитов отмечают при голодании; при гемолитических процессах; при отравлениях бензином, хлороформом, эфиром, ксилолом (происходит обезвоживание и обеднение эритроцитов липоидами); при мышечном переутомлении.

Повышение осмотической резистентности эритроцитов может быть при ослаблении деятельности костного мозга; расстройстве газообмена и накоплении углекислоты в крови; при ряде инфекционных и инвазионных заболеваний; при беременности.

2.6. Определение гематокритной величины

Гематокрит (Ht, HCT) дает представление о соотношении между объемом плазмы и объемом форменных элементов крови и определяется методом центрифугирования или на геманализаторах.

Метод центрифугирования в гематокритной трубке (Рис. 17). Определение производится в гематокритной трубке, представляющей собой стеклянную пипетку, разделенную на 100 равных частей. Перед взятием крови гематокритную трубку промывают раствором гепарина или щавелевокислых солей (0,82г оксалата калия, 1,2г оксалата аммония, и 100 мл дистиллированной воды). Затем набирают в трубку капиллярную кровь до метки «100», закрывают резиновым колпачком и центрифугируют в течении 1-1,5ч при 1500 об/мин. После отмечают, какую часть в градуированной трубке составляют эритроциты. Результаты будут точнее, если определение гематокрита проводить параллельно в 3 трубках и брать среднюю величину. Также для исследования можно использовать градуированные пробирки от гемометра Сали (метод Винтруба), градуированные капилляры из прибора Панченкова (метод Тодорова).

Предложены специальные центрифуги для определения гематокритной величины, которые упрощают исследование и позволяют проводить его при стандартных условиях. Но более точными и удобными является исследование с помощью аппаратуры.

Чтобы правильно оценивать показатель гематокрита, необходимо учитывать влияние его на него изменений соотношения объема плазмы крови и эритроцитов. Так, например, при сгущении крови (рвота, понос) объем эритроцитов

увеличивается за счет уменьшения объема плазмы, а не вследствие действительного увеличения числа эритроцитов в крови.



Рисунок 17. Определение гематокритной величины путем центрифугирования в гематокритной трубке

Уменьшение гематокрита отмечается при анемиях (параллельно со снижением количества эритроцитов), гидремии (сердечная и почечная недостаточность, гиперпротеинемия), пироплазмозе, лептоспирозе, хронических воспалительных процессах, онкологических заболеваниях.

Увеличение гематокрита наблюдается при врожденных пороках сердца (сопровождающихся цианозом), шоковых состояниях, ожогах, недостаточности коры надпочечников, сахарном диабете, дегидратация крови (токсикоз, понос, рвота).

Гематокритная величина выражается в процентах или по международной системе СИ – литр на литр (л/л), например, 45% или 0,45л/л. Определяют по формуле:

$$Ht = \frac{\text{высота столба эритроцитов}}{\text{высота всего столба крови}} * 100$$

2.7. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)

Данная реакция рассматривается как довольно тонкий метод определения состояния больного организма и поэтому широко применяется в клинической практике. Объясняется это, тем, что СОЭ, не будучи специфичным для определенных заболеваний, является в то же время наиболее ранним сигналом либо начинающего заболевания, либо неполного завершения его. Наряду с этим СОЭ позволяет также судить о силе и глубине патологического процесса.

СОЭ - процесс разделения свежеполученной крови с примесью антикоагулянтов на два слоя: нижний - эритроциты и верхний - плазму и лейкоциты. СОЭ выявляет изменения в соотношении белковых компонентов плазмы крови, а также числа и объема эритроцитов при различных заболеваниях.

Скорость оседания эритроцитов зависит от ряда внутренних и внешних факторов. Из числа внутренних факторов наибольшее значение придается белкам крови, соотношению белковых фракций, а также количеству и свойствам эритроцитов, их электростатическим силам. Известно, что эритроциты имеют отрицательный заряд и находятся в плазме крови во взвешенном состоянии, отталкиваясь друг от друга и противостоя силе притяжения. Этому способствуют в значительной мере белки крови. При взятии в пробирку или другой сосуд условия резко меняются, уменьшается электрический заряд и увеличивается притяжение эритроцитов друг другу; скорости оседания увеличивается. Таким образом, на увеличение СОЭ влияют:

- ✓ изменение белкового состава крови - увеличение содержания глобулинов, снижение концентрации альбуминов, появление парапротеинов, увеличение количества фибриногена, что часто наблюдают при воспалительных и неопластических процессах;
- ✓ уменьшение числа эритроцитов (анемии);
- ✓ увеличение объема эритроцитов и увеличение в них содержания гемоглобина. У таких эритроцитов (мегало- и макроцитов) большой удельный вес, они тяжелее обычных и оседают быстрее, чем нормо- и микроциты, поэтому при мегалобластических анемиях СОЭ больше, чем при железодефицитных;
- ✓ увеличение содержания холестерина в крови (атеросклероз).

У животных и птиц в норме резко различаются 2 типа СОЭ: ускоренная (у лошадей, так как в плазме имеется большое количество глобулинов) и замедленная в различной степени (у других животных, так как в плазме больше альбуминов).

Существуют макро-и микрометоды определения скорости оседания эритроцитов. Полученную кровь смешивают с раствором какого-либо антикоагулянта, обычно щавелевокислого или лимоннокислого натрия (1ч. разводящей

жидкости и 4 ч. крови) и, набрав смесь в градуированную пипетку, устанавливают ее вертикально.

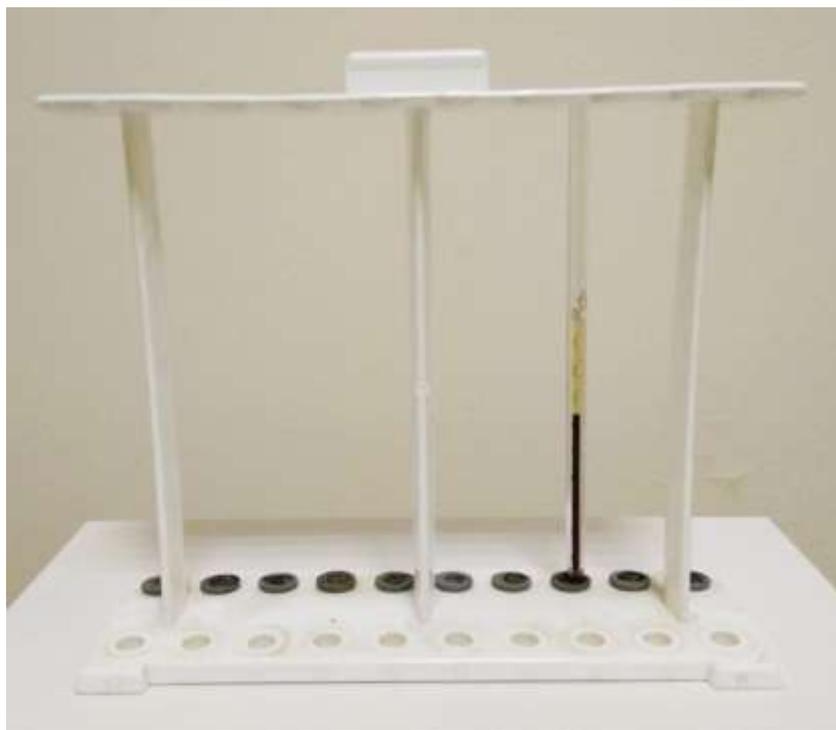


Рисунок 18. Аппарат Панченкова

Метод Панченкова. Определение проводят в специальных градуированных пипетках, имеющих просвет, равный 1мм, и длину 100мм (Рис. 18). Одно деление равно 1 мм. Против нулевой метки стоит буква «К». Это означает, что кровь нужно брать до этой метки. Против отметки «50» - буква «Р». До этой отметки набирается реактив - 5 %-ный раствор лимоннокислого натрия и выдувают его в маленький фарфоровый тигель. Затем этой же пипеткой два раза набирают кровь до метки «К». Для этого кончик пипетки подносят к капле крови и несколько наклоняют её в противоположную сторону. Кровь самотёком устремляется в пипетку, так как стенки пипетки смочены реактивом. Снаружи пипетки взятую кровь удаляют ватой и также выдувают в тигель с реактивом. Соотношение между реактивом и кровью будет составлять 1:4. Содержимое тигля тщательно перемешивают. Для этого 15-20 раз набирают кровь в пипетку и выдувают. Тщательно перемешанную с реактивом кровь набирают в пипетку до метки «0», закрепляют её вертикально в штативе и отмечают время. Показания снимают через час. СОЭ будет равно количеству делений от нулевой метки, заполненных плазмой. Единицы измерения СОЭ - мм/час.

СОЭ увеличивается при всех формах анемий и особенно инфекционная анемия лошадей, при инфекционных (мыт, сап, чума, контагиозная плевропневмония лошадей, кровопятнистая болезнь, туберкулез и др.) и инвазионных

болезнях (пироплазмоз, нутталиоз, трипанозамоз и др.). СОЭ, ускоряется также при гнойных воспалительных процессах; почечных заболеваниях, сопровождающихся нефротическим синдромом (гиперальбуминемией); интоксикациях; обменных заболеваниях (тяжелый сахарный диабет, тиреотоксикоз); заболеваниях печени, особенно с выраженной диспротеинемией; беременности; травмах; шоковых состояниях; заболеваниях, сопровождающихся некрозом тканей; гиперхолестеринемии; злокачественных образованиях (рак, саркома).

Замедление СОЭ отмечается при сердечно-сосудистой патологии (полицитемия и повышение концентрации углекислого газа), усилении антикоагуляции, переутомлении, сильном потении, страдании, сопровождающихся полиурией, поносах, коликах, механической и гепатогенной желтухе, гастроэнтеритах, механическом илеусе, столбняке, инфекционном энцефаломиелите, стахиоботритоксикозе, приеме салицилатов, хлорида кальция.

При инфаркте миокарда наблюдаются так называемые ножницы - перекрест кривых лейкоцитоза, возникающего в первые сутки, а затем убывающего, и постепенное увеличение СОЭ.

Из внешних факторов, влияющих на скорость оседания эритроцитов, значение имеют: положение аппарата, температура окружающей среды (низкая температура замедляет), количество антикоагулирующих веществ, чистота посуды.

Наряду с клинико-диагностическим значением скорость оседания эритроцитов также применяется при определении степени утомляемости спортивных лошадей, степени их тренировки и пригодности для определения определенных нагрузок.

2.8. Определение количества гемоглобина

Гемоглобин является дыхательным ферментом. Содержится в эритроцитах, относится к группе хромопротеидов.

Физиологическое значение гемоглобина: переносит молекулярный кислород из лёгких в ткани; транспортирует углекислый газ из тканей в лёгкие; входит в состав гемоглобиновой буферной системы крови, участвующей в регуляции кислотно-щелочного равновесия.

Синтез гемоглобина происходит в красном костном мозге, а разрушение — через 110-130 дней жизни эритроцитов в клетках системы фагоцитирующих мононуклеаров.

Содержание гемоглобина (Hemoglobin, Hb) в крови можно определять спектроскопически, путем установления количества железа, или колориметрически, изменениям содержания красящего вещества в крови при сравнении с

цветным стандартом. Для клинических целей чаще всего пользуются колориметрическим измерением интенсивности окраски с помощью гемоглобинометра Сали.

Методика Сали. Определение по Сали основано, на переходе гемоглобина в растворе соляной кислоты в солянокислый гематин с последующим сравнением с гематином определенной концентрации, взятым в качестве стандарта.



Рисунок 30. Гемометр Сали

Набор Сали представляет собой штатив, в задней стенке которого находится матовое стекло (Рис. 30). В штатив вставлены по бокам буро-желтые стеклянные палочки, служащие стандартом (эти стандарты не выцветают даже под действием прямого солнечного цвета), а между ними - небольшая градуированная пробирка с делениями от 10 до 140 для определения гемоглобина в единицах по Сали или от 10 до 170 для определения гемоглобина в процентах Сали. К гемометру приложена пипетка емкостью 20 мм^3 , которая определяет количество крови, взятой для исследования и стеклянная палочка для перемешивания. Кроме того, необходимо иметь N/10 раствор HCL и дистиллированную воду.

Ход определения. В градуированную пробирку гемометра Сали наливают до метки 10 (нижняя круговая метка) децинормального раствора соляной кислоты, затем вносят пипеткой 20 мм^3 ($0,02 \text{ мл}$) крови. Кровь в пипетку нужно набирать так, чтобы на наружном конце ее не оставалось следов крови, так как это может привести к увеличению содержания гемоглобина. Для удаления следов крови, оставшейся внутри пипетки, ее 2-3 раза прополаскивают раствором той же кислоты (из пробирки), выдувая жидкость в пробирку по стенке. Содержимое пробирки перемешивают. Вследствие соединения крови с соляной кислотой происходит образование солянокислого гематина, сообщаящего ей коричневый цвет.

Через 10 минут в пробирку прибавляют по каплям дистиллированную воду или раствор соляной кислоты, осторожно перемешивая смесь стеклянной палочкой. Добавляя воду или раствор, цвет жидкости в пробирки доводят до

цвета, одинакового со стандартом, и устанавливают по нижнему мениску показатель количества гемоглобина в процентах или в единицах Сали. Для определения содержания гемоглобина в граммах на 100мл крови рекомендуются показания гемометра в процентах Сали умножить на коэффициент 0,17, а показания в единицах Сали на коэффициент 0,2125. Метод Сали несложен, удобен в применении на практике.



Рисунок 31. Гемоглобинометр МиниГЕМ

Автоматические гемоглобинометры (МиниГЕМ, ПолиГЕМ ЭКСПРЕСС ПРО) (Рис 31). Определение концентрации гемоглобина крови проводится унифицированным гемиглобинцианидным методом.

Измерение оптической плотности производится на длине волны 540 нм с использованием стандартной 10 мм фотометрической кюветы, в которую переносится из пробирки приготовленная проба.

Для проведения измерения берется кровь у пациента (необходимо 20 мкл венозной или капиллярной крови). Пробу готовят около 15 минут, используя 4-5 мл реагента. Окончательный объем пробы – 2-4 мл. Проба помещается в кювету, затем кювета с пробой отправляется в прибор, и через пару секунд на дисплее можно увидеть концентрацию гемоглобина в крови.

Содержание гемоглобина в крови животных колеблется в определенных пределах и зависит от вида, возраста, пола, породы, характера кормления, эксплуатации. При патологических процессах количество гемоглобина может быть уменьшено или увеличено.

Увеличение количества гемоглобина - *плейохромия (гиперхромемия)*, при полицетемиях, при стрессе и мышечном утомлении, интоксикациях, при нахождении в горной местности, легочно-сердечной недостаточности, некоторых врожденных пороках сердца и сочетается обычно с увеличением количества эритроцитов; при различных патологических состояниях, сопровождающихся сгущением крови (понос, потение, рвота, полиурия, образование экссудата, транссудата, непроходимость кишечника).

Уменьшение количества гемоглобина - *олигохромемия, гипохромемия* - встречается чаще и может быть при различных инфекционных (инфекционная анемия), инвазионных болезнях (пироплазмоз, нутталиоз, трипанозомоз), истощении, различных отравления, после обильных кровопотерь и ряд других забо-

леваний, которые сопровождаются развитием анемий, патологии костного мозга, заболеваниях почек, гемодилузии (ложная анемия).

Олигохромемия связана с уменьшением общего количества эритроцитов или обеднением эритроцитов гемоглобином. Следовательно, олигохромемия определяет не только степень, но и характер анемий.

Вопросы для контроля к разделу 2

1. Осмотическое и онкотическое давление крови, их физиологическая роль. Буферные системы крови.
2. Гемоглобин. Физиологическое значение и свойства гемоглобина.
3. Понятие о гемостазе. Основные факторы, участвующие в свертывании крови. Фазы свертывания крови.
4. Что такое ретракция кровяного сгустка, как она может изменяться при заболеваниях?
5. Назовите факторы, влияющие на величину СОЭ.
6. Как производится определение СОЭ по методу Панченкова.
7. Что такое осмотическая резистентность клеток крови?
8. Как можно определить осмотическую резистентность эритроцитов?
9. Физиологические и патологические формы гемоглобина.
10. Определение количество гемоглобина (по Сали и на гемометром).
11. Гематокрит. Клиническое значение, методика определения.

3. КАРТИНА КРАСНОЙ КРОВИ И ЕЁ ИЗМЕНЕНИЯ

3.1. Физиологическая роль эритроцитов

Продолжительность жизни эритроцитов равна: у птиц с высоким энергетическим обменом приблизительно 28 суток (куры), утки - 39, кролик – 50, обезьяна – 106, овцы – 130, собак – 110-120, у кошек - 66-79, у лошадей - 140-150 дней. В тоже время у черепахи – 11мес., у грызунов в период спячки – 6 мес., а в активный период – 36 суток. Следовательно, у животных ежедневно разрушается и создаётся вновь огромное количество эритроцитов. У лошадей весом 400 кг, при содержании в 1мм³, крови 7 000 000 эритроцитов и общем её количестве, равном 30 л, ежедневно разрушается и вновь создаётся 7 триллионов красных кровяных шариков. Разрушение кровяных телец, называется гемолизом. Стареющие эритроциты элиминируются в основном в селезенке, частично в печени и костном мозге, где распознаются и фагоцитируются макрофагами. Сигналом для фагоцитирования макрофагами изношенных эритроцитов является изменение олигосахаридов их мембран и наличие на Fc-рецепторах плазмолеммы эритроцита комплексов «антиген-антитело».

По мере старения в эритроцитах вначале понижается, а затем нарушается гликолиз, вследствие чего их энергетический потенциал снижается. Одновременно с этим в стареющих эритроцитах нарушается цистоскелет, что приводит к изменению их формы. Из двояковогнутого диска вначале они приобретают строение стоматоцитов, затем – эхиноцитов, сфероцитов и др. форм.

По объему эритроциты составляют 40% всей крови. Количество их обратно пропорционально объему. Так, у оленя 4,5млн., и они составляют 41% объема крови, у лошади 6-10млн., и они составляют 31% объема крови.

Эритроциты благодаря своей форме и количеству образуют в крови громадную внутреннюю поверхность: 1 см² эритроцитов крупного рогатого скота имеет поверхность, достигающую 16000см², у лошади – 17000см², у овцы – 19100см², у свиньи – 15900см².

При усилении кровообращения через органы и ткани проходит значительно больше крови, в связи, с чем общая поверхность эритроцитов, приходящая в соприкосновении с тканями, в это время сильно увеличивается; это обеспечивает быстрое выполнение эритроцитами своих важнейших функций – транспорта газов и продуктов питания ко всем органам и тканям животного. Помимо этого, эритроциты участвуют в регуляции кислотно-щелочного равновесия в организме, в буферном действии крови.

Наиболее важной физиологической функции эритроцитов, неразрывно связанной со свойствами гемоглобина, является дыхательная функция.

Эритроциты очень чувствительны к изменениям осмотического давления. При увеличении осмотического давления

Эритроциты разных животных обладают, однако, различной устойчивостью к изменениям осмотического давления крови. Определение осмотической устойчивости (резистентности) эритроцитов пользуются в клинике при диагностике различных болезней.

Эритроциты состоят из стромы и гемоглобина.

В составе стромы находятся белки, нуклепротеиды, фосфатиды, холестерол и его эфиры, жиры, биокомплексы из белков, углеводов и липоидов, минеральные соединения, ферменты. Минеральный состав иной, чем плазмы крови.

Гемоглобин – сложный белок, относящийся к группе хромпротеидов. Его простетическая группа, включающая железо, называется гемом, белковый компонент глобином.

Гемоглобин в эритроците находится в трех состояниях:

- свободного гемоглобина,
- связанного с белками стромы в достаточно прочный биокомплекс,
- и гемоглобина, непрочно связанного с фосфатидами стромы. Вне эритроцитов гемоглобин практически не обнаруживается.

В эритроцитах циркулирующей крови гемоглобин находится в состоянии непрерывной обратимой реакции, то присоединяя молекулу кислорода (в легочных капиллярах), то отдавая ее (капиллярах). Гемоглобин в венозной крови с низким парциальным давлением кислорода связан с одной молекулой воды – редуцированный (восстановленный) гемоглобин. В артериальной крови с высоким парциальным давлением кислорода гемоглобин соединен с одной молекулой кислорода - оксигемоглобин. Путем непрерывного превращения оксигемоглобина в редуцированный гемоглобин и осуществляется перенос кислорода из легких к тканям. Восприятие углекислоты в тканевых капиллярах и доставка ее в легкие является функцией гемоглобина. В тканях оксигемоглобин, отдавая кислород, превращается в редуцированный гемоглобин. Кислотные свойства редуцированного гемоглобина в 70 раз слабее свойств оксигемоглобина, поэтому свободные валентности его связывают углекислоту. Таким образом, углекислота доставляется из тканей в легкие. В легких образующийся оксигемоглобин в силу своих кислотных свойств вступает в связь с щелочными валентностями карбогемоглобина, вытесняя углекислоту. Так как основной функцией гемоглобина является обеспечение тканей кислородом, то при всех состояниях, сопровождающихся снижением концентрации гемоглобина в крови, или при качественных его изменениях развивается гипоксия тканей. Гемоглобин обладает способностью вступать в диссоциирующие соединения не только с кисло-

родом и углекислым газом, но и с другими газами (карбоксигемоглобин, оксизотистый гемоглобин, сульфгемоглобин).

3.2. Морфология красных клеток крови

Все эритроциты в периферической крови или в костном мозге подвергаются воздействию различных патологических факторов, давая, как следствие, те или иные изменения регенеративного или дегенеративного характера.

К числу изменений красной крови относятся: изменения формы и величины эритроцитов, различное восприятие ими красок, наличие в эритроцитах различных включений, остатков ядерной субстанции, а также и самих ядер.

Форма эритроцитов. В нормальной крови все эритроциты одинаковой формы и имеют у абсолютного большинства домашних животных вид круглых безъядерных дисков с центральным выпячиванием с обеих сторон (Рис. 19).

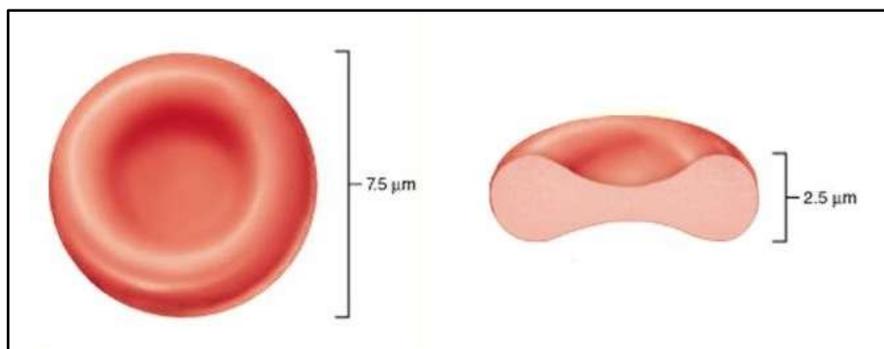


Рисунок 19. Внешний вид эритроцита большинства млекопитающих

Исключение составляют эритроциты верблюда, ламы и альпака, у которых они представляют собой двояковыпуклые, эллипсоидной формы, с неодинаково заостренными краями тельца (Рис. 20-а).

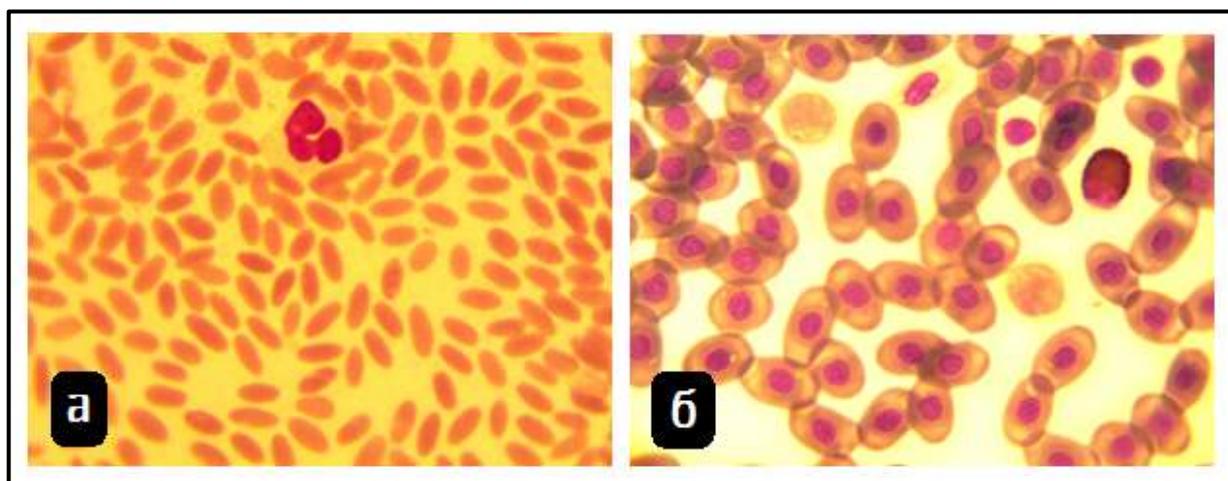


Рисунок 20. Кровь: а) альпака и б) красноухой черепахи (объектив x100, видеоокуляр ТоурСам 3,2 Мпикс)

У птиц и пресмыкающихся эритроциты имеют овальную форму, но содержит ядро, которое образует двустороннюю выпуклость (Рис. 20-б).

В некоторых, чаще всего патологических, случаях форма эритроцитов может резко изменяться; они приобретают вид звёздочки, полумесяца, груши, дубовых листков, тутовой ягоды и др. Нередко встречаются кровяные клетки с псевдоподиями и отростками. Такие эритроциты называют пойкилоцитами, а состояние крови пойкилоцитозом (Рис. 21, 22).

Пойкилоцитозом является показателем дегенерации крови и наблюдается в наиболее выраженной форме при анемиях и тяжёлых септических процессах. Незначительный пойкилоцитоз иногда бывает у здорового молодняка (коз, морских свинок), а также может быть следствием неправильного и небрежного приготовления и обработки мозгов крови.



Рисунок 21. Варианты изменения формы эритроцитов

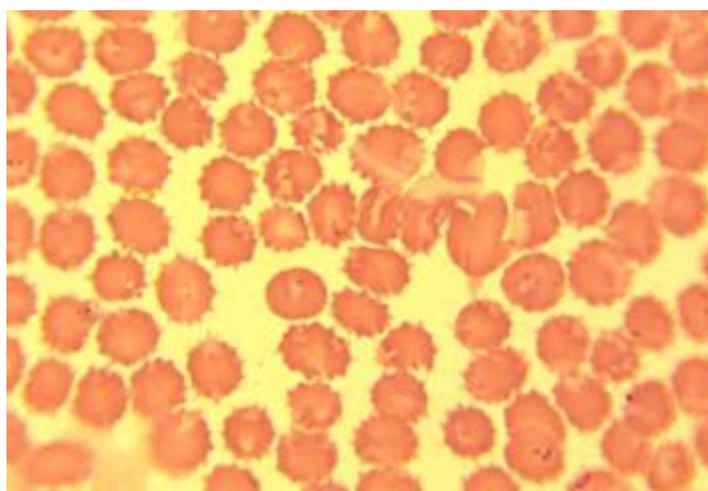


Рисунок 22. Колючковидные эритроциты при пироплазмозе у собаки (объектив x100, видеоокуляр ToprCam 3,2 Мпикс)

Величина эритроцитов. При просмотре мазков крови здоровых животных бросается в глаза примерно одинаковая величина эритроцитов. Некоторое отклонение в их величине в норме у одного и того же животного чаще всего колеблется в пределах 0,5-1,5 микрона как в ту, так и другую сторону.

В тех случаях, когда колебание в величине эритроцитов не выходит за пределы физиологических показателей, состояние красных кровяных телец называют *изоцитозом*, а эритроцитов, имеющих нормальные размеры, называют *нормоцитами*. При обнаружении же в периферической крови эритроцитов очень больших или, наоборот, очень малых размеров говорят об *анизоцитозе*. При этом, те эритроциты, которые имеют величину значительно меньшую (2-4 микрона), в сравнении с нормальными, и развиваются из нормобластов меньшего размера, называют *микроцитами*.

Эритроциты же, имеющие размер до 8-12 микрон, являющиеся нередко полихроматофильными или гиперхроматическими, называют *макроцитами*.

Очень большие макроциты, достигающие величины 12 микрон и больше, называют *мегалоцитами*. Появление в периферической крови большого количества макроцитов связывают с усилением регенерации костного мозга, а появление макроцитов, наоборот, указывает на дегенерацию крови.

Мегалоциты встречаются значительно реже, появляясь в периферической крови при так называемых «пернициозных картинах крови», расцениваются как результат мегалобластического эмбрионального перерождения костного мозга.

Анизоцитоз указывает на функциональную недостаточность и даже истощение костного мозга, встречается при анемиях и септических процессах. Анизоцитоз в слабой степени можно встретить при кровотечениях и кровопусканиях, без нарушения функции кроветворных органов.

Изменение размера и формы эритроцитов:

Сфероцит – эритроцит имеет форму шара. Может быть микро, нормо- или макроцитарным. Центральный участок просветления отсутствует (МСV уменьшен, МСНС повышен). Наблюдается при наследственном сфероцитозе, гемолитических анемиях.

Эхиноцит – сферическая форма эритроцита сочетается с одинаковыми по размерам равномерно распределёнными по его поверхности шипиками. Наблюдается при уремии; недостаточности пируваткиназы; трансфузии крови, содержащей старые эритроциты; раке желудка; пептической язве, осложнённой кровотечением; гипофосфатемии; гипомагниемии.

Акантоцит – на поверхности эритроцита имеются выпячивания различной величины, расположенные на разных расстояниях друг от друга по поверхности. Наблюдается при токсических поражениях печени, при циррозе печени, метастазах в печень, после спленэктомии, при нарушении обмена липидов.

Дегмацит («надкусанный» эритроцит) – эритроцит выглядит так, как будто его надкусили. Образуются при фагоцитозе макрофагом телец Гейнца во время, которого фагоцит поглощает часть цитоплазмы и плазмолеммы эритроцита. Наблюдается при недостаточности Г-6-ФДГ; нестабильности гемоглобина.

Пузырчатый эритроцит – на поверхности эритроцита имеется выпячивание в виде пузырька. Механизм их формирования не известен. Наблюдается при иммунной гемолитической анемии.

Пойколицит – эритроцит имеет причудливую форму. Одновременно с этим в крови выявляются фрагменты эритроцитов. Наблюдается при ожогах; наследственном пойколицитозе; миелофиброзе; талассемии; недостатке железа; мегалобластической анемии; миелодисплазии.

Овалоцит (эллиптоцит) – эритроцит имеет овальную или удлинённую форму. Центральный участок просветления не виден. Изменение формы клетки обусловлено сочетанной аномалией плазмолеммы и гемоглобина.

Наблюдается при наследственном эллиптоцитозе; талассемии; недостатке железа; мегалобластической анемии.

Стоматоцит – эритроцит по форме напоминает чашку. Наблюдается при наследственном сфероцитозе; наследственном стоматоцитозе; злокачественных новообразованиях; циррозе печени; механической желтухе; дефектах К/Na насоса плазмолеммы; воздействии лекарственных препаратов, в том числе этилового спирта.

Кодоцит (мишеневидный эритроцит) - эритроциты, имеющие характерный внешний вид, который является артефактом, возникающим при окрашивании мазков крови. Эритроцит напоминает мишень: центральная часть эритроцита представлена тёмным кругом, вокруг которого определяется светлое кольцо, периферическая зона которого окрашивается аналогично центральной части эритроцита. Такая специфичность окрашивания эритроцита обусловлена неравномерностью распределения в нём гемоглобина и утолщением его плазмолеммы. Наблюдается при заболеваниях печени, гемоглобинопатиях; талассемии; железodefицитных анемиях; после спленэктомии.

Шистоцит (фрагментированный эритроцит) - фрагменты разрушенных эритроцитов, напоминающие треугольники, осколки, каски. Наблюдается при микроангиопатической гемолитической анемии любой этиологии; анемиях с внутрисосудистым гемолизом; синдроме ДВС крови; мегалобластных анемиях.

Дрепаноцит (серповидный эритроцит) – эритроциты похожи на серп или листья остролиста. Наблюдается при гемоглобинопатиях; талассемии.

Дакроцит (слезоподобный эритроцит) – эритроциты имеют форму капли жидкости. Наблюдается при миелофиброзе; миеловидной метаплазии; анемии

при миелофтизе (ослабление либо нарушение функции красного костного мозга при злокачественном новообразовании, лимфоме); талассемии.

Монетные столбики (стопки) – в процессе приготовления мазков эритроциты часто склеиваются друг с другом, формируя длинные цепи, похожие на монетные столбики.

Окраска эритроцитов. Нормально развитые эритроциты окрашиваются в основном одинаково. Это свойство эритроцитов поглощать в равных количествах кислые краски носит название ортохромазии. Сами же эритроциты, воспринимающие только кислые краски, называют ацидофилами (ацидофильными клетками). При окраске по Романовскому – Гимза и нормальном восприятии эритроцитами этих красок они окрашиваются, в общем, равномерно в желтовато-розовый или кирпично-розовый цвет. В зависимости же от изменения количества гемоглобина при патологии, а также в зависимости от возраста эритроцитов могут отмечаться различия в их окраске.

Так, эритроциты с пониженным содержанием гемоглобина окрашиваются очень бледно, а в центре едва заметно. Такую окраску называют *олигохромазией, или гипохромией*, а сами эритроциты гипохромными. Гипохромия наблюдается в резко выраженных случаях анемий, гемоспоридозов и заболеваний кроветворного аппарата, а эритроциты, окрашенные либо только по периферии в виде узкого кольца или почти совершенно не окрашенные, выступают в поле зрения в виде не резко очерченных бледных образований, называемых тенями эритроцитов.

Иногда эритроциты жадно поглощают красящее вещество, в результате чего они приобретают интенсивную окраску, даже без просветления в центре. Такое состояние обычно больших по величине эритроцитов, сильно насыщенных гемоглобином, а, следовательно, имеющих и высокий цветной показатель, называют *гиперхромазией*. Отмечается при гиперхромных анемиях.

Эритроциты способны окрашиваться не только кислыми, но и основными красками в сероватый, слабо-фиолетовый, бледно-синий и грязно-синий цвет. Это свойство называют *полихромазией, или полихроматофилией*, а расценивают как признак неполной зрелости эритроцитов, как признак омоложения красной крови.

Базофильная пунктация представляется в виде различных по величине и форме гранул, окрашиваемых в основной, синий и тёмно-синий, цвет с фиолетовым оттенком. В одних случаях гранулы располагаются в цитоплазме небольшими группами, в других могут заполнять всю цитоплазму. Окрашивается базофильная пунктация особенно хорошо метиленовой синькой с предварительной фиксацией мазков метиловым спиртом. Природа базофильной зернистости до сих пор ещё недостаточно выяснена. Некоторые исследователи рас-

считают её как дегенеративное явление, указывающее на ослабление функции костного мозга. Другие (Х.Х. Владос) считают базофильную пунктацию признаком патологической регенерации. Базофильная пунктация может появляться как в полихроматофильных эритроцитах, так и в нормальных при выраженных интоксикациях, паралитической гемоглобинемии, а также при вторичных анемиях и септических процессах.

Включения в эритроцитах.

Паразитарные включения при пироплазмозе (бабезиозе) напоминают по форме «мальтийского креста».

Гемобартенеллез вызывается поражением эритроцитов паразитом *Haemobartonella*. *Haemobartonella* относится к классу *Haemosporidia*, отряду *Rickettsiales*. У кошек встречается *H.felis*.

Анаплазмоз вызывается поражением эритроцитов простейшими *Anaplasma*, относится к классу *Haemosporidia*, отряду *Rickettsiales*.

Cytauzoon - паразит, поражающий эритроциты, относится к классу *Piroplasmida*.

Тельца Жолли — продукт неполного распада ядерной оболочки (кариореписа). Это круглые или овальные образования ярко-красного цвета. Встречаются при анемиях и при удалении селезёнки (спленэктомии).

Кольца Кебота — остатки ядерной оболочки (в процессе кариолизиса). Обнаруживают главным образом в полихроматофильных эритроцитах в форме восьмёрки, кольца, двойных или тройных петель красного цвета. Они встречаются при анемиях.

Базофильная пунктация — базофильная зернистость в эритроцитах в виде синих или тёмно-синих гранул разной величины и формы. Они равномерно заполняют всю цитоплазму или располагаются группами. Наблюдается при интоксикациях, вторичных анемиях и септических процессах, является признаком нарушения функции красного мозга.

3.3. Подсчет количества форменных элементов крови

Подсчет в счетной камере Горяева. Кровь для подсчета может быть взята как из артерий, так из вены. В маленькой капле крови форменные элементы тесно прилегают друг к другу. Для подсчета их необходимо разъединить и с этой целью используют изотонические растворы, в которых форменные элементы сохраняют свою форму, и измерительные трубки (сместители), позволяющие создать оптимальную для подсчета концентрацию клеток. Разведенная кровь помещается в счетные камеры, в которых производится подсчет форменных элементов крови.

Меланжер представляет собой капилляр с ампулообразным расширением. Капилляр градуирован метками 0,5 и 1, до уровня которых набирают кровь, третья метка стоит за ампулообразным расширением (до этой метки набирают растворитель). Меланжер для эритроцитов и тромбоцитов маркирован меткой «101», а меланжер для лейкоцитов – меткой «11». Резервуар эритроцитарных смесителей в 10 раз больше, чем у лейкоцитарных (Рис. 23, 24).



Рисунок 23. Смесители (меланжеры) для разведения лейкоцитов

В качестве растворителя при подсчете эритроцитов применяют гипертонический 3 % раствор хлорида натрия, в котором эритроциты сморщиваются. Это делает их более контрастными в поле зрения микроскопа. Для подсчета лейкоцитов применяют 5 % раствор уксусной кислоты, подкрашенный метиленовой синью. Кислота разрушает плазматические мембраны всех форменных элементов, а ядра лейкоцитов, остающиеся неразрушенными и взвешенными в растворе, становятся доступными для подсчета.



Рисунок 24. Смесители (меланжеры) для разведения эритроцитов

Разведение для подсчета эритроцитов делают из расчета 1:100 или 1:200, а для лейкоцитов 1:10 или 1:20.

Для подсчета эритроцитов используют раствор 0,9% поваренной соли. Плазма крови такую концентрацию минеральных солей, что силы осмотического давления плазмы и внутреннее осмотическое давление в эритроцитах взаимно уравновешены. Растворы, имеющие осмотическое давление, равное внутреннему осмотическому давлению эритроцитов, называются изотоническими. В таких растворах эритроциты сохраняют свою форму и величину.

В гипертонических растворах эритроциты отдают воду и сморщиваются. В гипотонических растворах происходит обратное явление. Эритроциты набухают вследствие поступления воды в клетку и увеличиваются в объеме. Гемоглобин набухших эритроцитов выщелачивается, и клетка в конечном итоге распадается.

В изотонических растворах таких изменений не происходит, так как здесь нет условий для интенсивных осмотических явлений.

Для подсчета количества лейкоцитов употребляется 1% раствор уксусной кислоты (уксусная кислота лизирует эритроциты) с примесью краски (3-4 капли 1% раствора генцианвиолет).

Для подсчета лейкоцитов у кур используют изотонический раствор, подкрашенный генцианвиолетом.

Когда сместитель наполнен кровью и соответствующей жидкостью его несколько раз энергично встряхивают до получения равномерной мутной жидкости (гомогенной взвеси).

После перемешивания крови в сместителе ею заряжают камеру Горяева. Счетная камера представляет собой толстое предметное стекло, на котором укреплены три стеклянные пластинки; на одной из них нанесена сетка (Рис. 25). Первая счетная камера была сконструирована в 1884 году Алферовым. Эта камера не получила распространения и в дальнейшем была видоизменена.

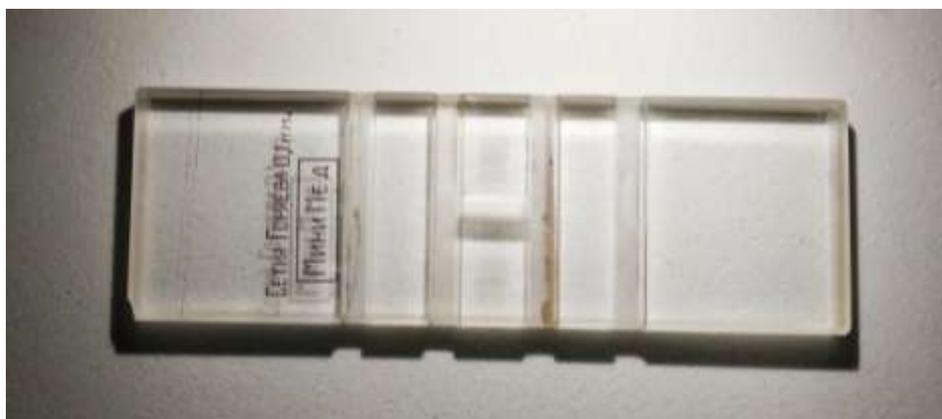


Рисунок 25. Камера Горяева.

Счетная камера типа Горяева или Алферова–Бюркеля представляет собой толстое стекло, в средней части которого имеются 4 желобка. Между ними образуются 3 узкие площадки. Средняя площадка ниже боковых на 0,1 мм и градуирована специальной масштабной сеткой Горяева. Так как высота боковых площадок на 0,1 мм больше средней, при наложении покровного стекла над сеткой образуется пространство глубиной в 0,1 мм (Рис. 26).

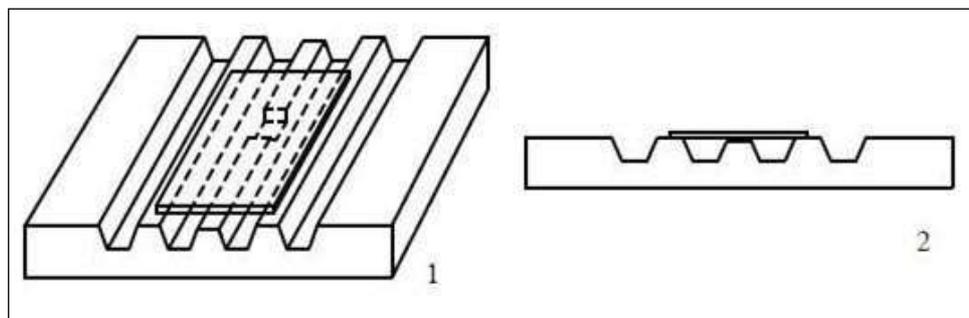


Рисунок 26. Схематичное изображение камеры Горяева с притертым покровным стеклом: 1- вид сверху, 2 – вид сбоку

Масштабная сетка Горяева в счетной камере содержит 225 больших квадратов. Каждый девятый квадрат разделен дополнительно поперечными и продольными линиями на 16 маленьких квадратиков. Таких больших квадратов, разделенных на маленькие, в сетке 25. Сторона маленького квадратика равняется $1/20$ мм, площадь $1/20 \times 1/20 = 1/400$ мм². Таким образом, объем пространства над малым квадратиком равняется $1/400 \times 1/10 = 1/4000$ мм³. Это важно помнить для правильного расчета числа эритроцитов или других клеточных элементов в 1мкл крови.

Перед заполнением камеры и шлифовальное покровное стекло моют и высушивают. Покровное стекло притирают к камере так, чтобы появились радужные, ньютоновские кольца (только при этих условиях соблюдается правильный объем камеры). Каплю разведенной крови вносят под притертое покровное стекло камеры. После заполнения камеру оставляют на 1-2 мин в покое для оседания форменных элементов, затем приступают к подсчету при малом увеличении микроскопа (прикрытой диафрагме и несколько опущенном конденсоре).

Эритроциты считают в 5 больших квадратах ($5 \times 16 = 80$ малых квадратах), расположенных по диагонали, поскольку распределение клеток в камере может быть неравномерным (Рис. 27). Для этого под микроскопом отыскивают левый верхний большой квадрат, подсчитывают количество находящихся в нем эритроцитов, затем по диагонали вниз и направо находят следующий разграфленный квадрат и т.д.

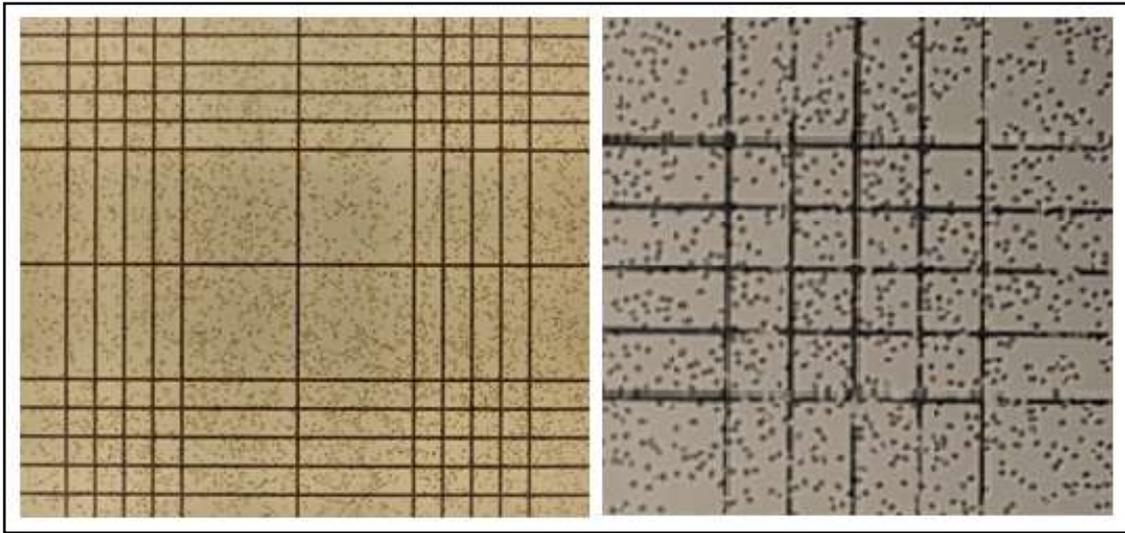
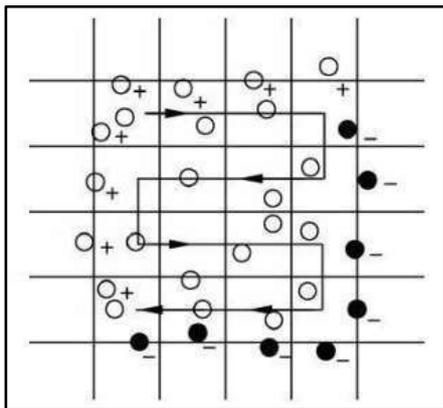


Рисунок 27. «Заряженная» камера Горяева для подсчета количества эритроцитов.

Чтобы не сосчитать дважды одни и те же клетки, пользуются следующим правилом: счету подлежат все клетки внутри малого квадрата и лежащие на пограничных линиях, если они большей своей половиной заходят внутрь данного квадрата (Рис.28).



К ним, кроме того, присчитывают эритроциты, пересекаемые пограничными линиями пополам, но только те из них, которые находятся на верхней и левой линиях, так как клетки, лежащие на двух других линиях, будут сосчитаны в следующих квадратах. Эритроциты, расположенные большей своей частью вне данного квадрата, не считают.

Рисунок 28. Схема подсчёта эритроцитов

Формула для подсчета кровяных телец в камере Горяева:

$$X = \frac{a * 400 * v}{b}$$

, где:

X - количество эритроцитов в 1мкл крови;

a - число эритроцитов, сосчитанных в определенном количестве малых квадратов;

b - количество малых квадратов, в которых считались эритроциты;

v - степень разведения эритроцитов;

1/4000 - объем малого квадрата.

Умножая его на 4000, приводим к объему 1мм³ (1мкл) крови.

Фотометрический метод. Принцип метода основан на фотометрическом измерении степени погашения света определенных длин волн взвесью эритроцитов. Процент задержанного света прямо пропорционален числу (концентрации) эритроцитов.

В настоящее время разработаны и более широко внедрены в практику автоматические приборы (геманализаторы) для подсчета частиц крови (Рис. 29). Современные гематологические анализаторы способны измерять от 18 (и более 32) параметров крови, осуществлять полный дифференцированный подсчет лейкоцитов по 5 основным популяциям: нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, моноциты и лимфоциты, что делает возможным в случае отсутствия их изменений не проводить ручной подсчет лейкоцитарной формулы. Автоматические счетчики крови оценивают размеры, структурные, цитохимические и другие характеристики клеток.



Рисунок 29. Автоматические геманализаторы

3.4. Изменения количества эритроцитов при патологии

Число эритроцитов в крови животных колеблется в широких пределах, что зависит от вида, конституции, породы, пола, возраста, беременности и особенно от условий содержания, кормления, эксплуатации, географической зоны обитания.

При патологических состояниях количество эритроцитов может быть увеличено – эритроцитоз (полицитемия) и уменьшено – олигоцитемия.

Эритроцитоз может быть на основании повышения уровня гемоглобина в крови и гематокрита. Уровень гемоглобина и гематокрита зависит от объема крови в организме. Так, если у пациента объем плазмы крови уменьшен, то

уровень гемоглобина будет расти, хотя количество эритроцитов сохраняется на физиологическом уровне.

Различают абсолютный и относительный эритроцитоз. Причиной абсолютного эритроцитоза является активация эритропоэза. Причиной его бывают различной формы гипоксии. При патологии легких (эмфизема, туберкулез, диффузном пневмосклерозе); недостаток кислорода в окружающей среде (горных условиях), на большой высоте над уровнем моря, давление кислорода снижено, в этих условиях повышение кислородной емкости крови достигает за счет возрастания числа эритроцитов в крови, что позволяет организму получать необходимое количество кислорода из воздуха, в котором его уровень более низкий, чем на равнинах. При сердечной недостаточности, гипертонии малого круга кровообращения, тяжелых состояниях ожирения, при удалении селезенки. Активация эритропоэза при гипоксии обусловлена скоплением гуморальных стимуляторов - эритропоэтинов, которые вырабатываются юкстагломерулярным аппаратом почек. При опухолях почек происходит гиперпродукция эритропоэтинов и обнаруживается абсолютный эритроцитоз. Он может возникнуть и при эндокринопатиях как результат нарушения нервно-эндокринной регуляции кровотока; при опухолях гипоталамуса, гипофиза, надпочечников (поскольку АКТГ и глюкокортикоиды стимулируют эритропоэз).

Причиной относительного эритроцитоза может быть сгущение крови вследствие потери организмом воды (при этом объем плазмы уменьшен, что приводит к относительному преобладанию эритроцитов). Причинами могут быть: сильные поносы, длительная рвота, полиурия, ожога, шок, иногда при неврозах (так называемые стресс-эритроцитозы вызываются нарушением нервной регуляции и перераспределением эритроцитов в капиллярах); после интенсивной мышечной работе (из-за перемещения плазмы из сосудов в ткани). В момент образования экссудатов и трансудатов, при экссудативных плевритах, перитонитах, водянках грудной и брюшной полостей, обильном потоотделении, распространенных отеках в начальной стадии развития инфекционных и лихорадочных состояниях.

Особенно значительные эритроцитозы отмечаются при непроходимости кишечника у лошади, а также при отравлениях фосфором, окисью углерода, хлором, фосгеном. Эритроцитоз за счет усиления регенеративной способности костного мозга наблюдается при усиленном кормлении, особенно при мясном кормлении.

Уменьшение количества эритроцитов, или *олигоцитемия* (эритроцитопения), характеризует недостаточный эритропоэз, распад эритроцитов под влиянием тех или других гемолитических факторов, имеет место при плохом, неполноценном кормлении, при анемиях, лейкомиях, кахексиях, обильных кро-

воупотери, злокачественных новообразованиях, инвазионных болезнях. От истинной анемии необходимо отличать гидремию, связанную с увеличением объема плазмы за счет притока тканевой жидкости, например при схождении отеков. Резкое снижение, эритроцитов отмечается при кровопаразитарных заболеваниях – пироплазмозе, нутталиозе, трипанозомозе, тейлериозе, отравлениях гемолитическими ядами. Особенно значительные олигоцитемии обнаруживаются при инфекционной анемии лошадей и является одним из симптомов клинической картины.

Эритремия - повышение количество эритроцитов с высоким содержанием гемоглобина, увеличена также и масса крови (в результате увеличения объема эритроцитов). В основе эритремии лежит заболевание самой кроветворной системы, при этом происходит тотальная гиперплазия костного мозга наиболее интенсивно в эритроидном ростке. Увеличение общей массы сгущенной крови в кровеносных сосудах при эритремии вызывает повышение артериального давления вследствие усиления сопротивляемости сосудов. При этом происходит перегрузка сердца: капилляры расширяются, кровоток в них замедляется, возникает тенденция к тромбообразованию. Цвет кожи приобретает вишневый оттенок в результате гиперимии. При резком усилении эритропоэза, очаги кроветворения могут появляться в желтом костном мозге, в селезенке, печени, лимфатических узлах (экстрамедуллярные очаги кроветворения). И в крови обнаруживаются незрелые, патологические формы эритроцитов.

3.5. Определение цветного показателя (ЦП) и индексов крови

Для суждения о состоянии красной крови бывает недостаточно знать только абсолютное количество гемоглобина. Необходимо также установить степень насыщения гемоглобином отдельных эритроцитов, для чего прибегают к определению цветного индекса, или цветного показателя. Цветной показатель, представляя собой условные цифры, дает возможность составить представление о насыщении гемоглобином красных кровяных шариков и бывает в норме примерно равен единице (0,9-1,15).

Изменение этой цифры в сторону уменьшения или увеличения рассматривается как важный показатель нарушения соотношения между эритроцитами и гемоглобином.

Определение проводится по формуле:

$$\text{ЦП} = \frac{Hb_2 * Эр_1}{Hb_1 * Эр_2}, \text{ или: } \text{ЦП} = \frac{Hb_2 * 3}{Эр_2 \text{ (первые 3 цифры)}}$$

где Hb_1 и $\mathcal{E}p_1$ - среднее количество гемоглобина и эритроцитов у здорового животного;

Hb_2 и $\mathcal{E}p_2$ – найденное количество гемоглобина и эритроцитов у исследуемых животных.

В 1 мкл крови в среднем содержится $166 \cdot 10^{-6}$ г гемоглобина и $5,00 \cdot 10^6$ эритроцитов, следовательно содержание гемоглобина в 1 эритроците в среднем равно: $33 \cdot 10^{-12}$ пг (пикограмм).

Величину в 33 пг, составляющую норму содержания гемоглобина в 1 эритроците, принимают за 1 (единицу) и обозначают как цветной показатель. Практически вычисление цветного показателя (ЦП) производят путем деления количества гемоглобина (Hb) в 1 мкл (в г/л), на число, состоящее из первых 3-х цифр количества эритроцитов с последующим умножением полученного результата на коэффициент 3.

Например, $Hb=167$ г/л, Количество эритроцитов - $4,80 \cdot 10^{12}$. Первые три цифры количества эритроцитов - 480.

$$\text{ЦП} = 167 / 480 \times 3 = 1,04$$

Всякое отклонение в количестве гемоглобина и эритроцитов поведет к изменению цветового показателя. Небольшие отклонения от единицы в ту или иную сторону не учитывают. Существенное значение имеет, когда это изменение выходит за границы 15%.

Определение цветного показателя имеет значение в дифференциации анемий. При острых постгеморрагических анемиях, и длительном голодании, когда имеется одновременно уменьшение количества эритроцитов, так и гемоглобина, цветной показатель приближается к единице (нормохромия).

Ниже единицы (*гипохромия*) цветной показатель бывает при вторичных анемиях, при которых снижается количество гемоглобина, при почти нормальном или слегка сниженном количестве эритроцитов. Гипохромия может являться следствием либо уменьшением объема эритроцитов (микроцитоз), либо не насыщенности гемоглобином нормальных по объему эритроцитов.

Гипохромия является истинным показателем либо дефицита железа в организме (железодефицитная анемия), либо железорефрактивности – состояния, характеризующегося не усвоением железа клетками в процессе эритропоэза (эритробласти), в связи с чем, происходит нарушение биохимии синтеза гема.

Выше единицы (*гиперхромия*) цветной показатель отмечается при гемолитических (гиперхромных) анемиях, когда в ток крови выбрасывается значительное количество молодых клеток (повышенная регенерация). Объясняется это тем, что каждый эритроцит в отдельности может быть насыщен гемоглобином до предела и всякое большее насыщение гемоглобином эритроцита может

быть только за счет увеличения его объема. В связи с этим при гемолитических анемиях большее насыщение гемоглобином эритроцитов, а, следовательно, и увеличение цветного показателя происходит главным образом за счет увеличения объема эритроцитов, увеличения числа макроцитов.

Гиперхромия всегда сопровождается мегабластические (при дефиците фолиевой кислоты и витамина В₁₂), гипопластические (в т.ч. при гемобластозах и массивном метастазировании злокачественных опухолей), многие гемолитические сидеробластические острые постгеморрагические и прочие анемии.

Индексы красной крови важны для суждения о нормо-, гипер-, гипохромии эритроцитов.

Средний объем одного эритроцита (СООЭ), усредненный объем эритроцита (УОЭ, MCV). Определяют по формуле:

$$COOЭ = \frac{\text{гематокрит} * 10}{\text{кол-во Э в 1 мкл крови (в млн)}} = [\text{микрон}^3]$$

Средний вес гемоглобина в одном эритроците (СВГЭ, MCH).

Определяют по формуле:

$$CBГЭ = \frac{Hb \text{ (в \%)} * 10}{\text{Кол-во Э в 1 мкл (в млн)}} = [\text{пг}]$$

$1 \text{ пг} = 1 * 10^{-12}$

У здоровых животных величина СВГЭ остается независимым независимо от возраста. На эту величину влияют интенсивность синтеза гемоглобина и размеры эритроцитов.

Отмечено, что снижение данного показателя наблюдается при железодефицитных анемиях, повышение - при макроцитарных и мегалобластных анемиях. Однако самостоятельного значения этот показатель не имеет, он всегда соотносится с цветным показателем и СКГЭ

Средняя концентрация гемоглобина в одном эритроците (СКГЭ, MCHC - англ. абб.) дает точное представление об абсолютном насыщении эритроцита гемоглобином путем вычисления по формуле:

$$CKГЭ = \frac{\text{гемоглобин (в \%)} * 100}{\text{гематокритная величина (в л/л)}}$$

В норме эта величина равна: у лошадей - 34-37 г/дл, у собак - 34-36 г/дл, у кошек - 31-35 г/дл,

3.6. Физиологическая роль лейкоцитов

Лейкоциты играют важное значение в защитных и восстановительных процессах организма.

Базофилы:

- способны в слабой степени к фагоцитозу;
- ввиду наличия в гранулах гепарина, играют важную роль в противосвёртывающей системе крови;
- имеют определённое отношение к иммунным реакциям аллергического типа (когда на их поверхности адсорбируется иммуноглобулин Е, который в последующем соединяется с комплексом антиген+антитело);
- наличие в гранулах гиалуроновой кислоты и гистамина указывает на участие этих клеток в регуляции сосудистой и тканевой проницаемости;
- содержат окислительные ферменты.

Эозинофилы:

- обладают способностью к активному фагоцитозу;
- при аллергических реакциях связывают, обезвреживают и транспортируют антигены и гистамин к обезвреживающим органам;
- участвуют в процессах тканевой регенерации и в окислительных процессах.

Нейтрофилы:

- принимают участие в белковом, углеводном, липидном и витаминном обменах;
- являются сильными ферментообразователями (оксидаза, каталаза, амилаза, трипсин, фосфатаза, липаза и др.);
- основные функции — защитная (фагоцитарная) и восстановительная. Обладают амёбовидной подвижностью, вследствие чего при наличии определённых раздражителей покидают сосудистое русло и устремляются к раздражителю (микроб, инородное тело или распадающиеся клетки организма). Один нейтрофил может захватить до 20-30 бактерий. Нейтрофилы выделяют биологически активные вещества, стимулирующие восстановление повреждённых тканей.

Моноциты:

- способны к амёбовидному движению;
- в тесном взаимодействии с лимфоцитами выполняют ведущую роль во всех видах иммунных реакций (участвуют в синтезе антител, один моноцит фагоцитирует до 100 микробов);
- содержат протеолитические ферменты;

- играют большую роль при удалении собственных тканевых остатков и повреждённых клеток;
- реутилизируют ряд веществ.

Лимфоциты:

- участвуют в образовании гуморального (В-лимфоциты) и тканевого (Т-лимфоциты) иммунитета;
- обладают фагоцитарной способностью;
- продуцируют сывороточные гамма-глобулины;
- содержат ряд ферментов (липаза, амилаза, лизоцим и др.);
- фиксируют токсины;
- участвуют в кишечном пищеварении;
- подают сигналы костному мозгу о том, какие виды клеток и в каком количестве необходимо продуцировать.

3.7. Техника подсчета лейкоцитов

Число лейкоцитов определяют по тому же принципу, что и эритроциты, разбавляя кровь подкрашенным генцианвиолет-раствором (жидкость Тюрка) уксусной кислоты в отношении 1:10 или 1:20. Жидкость Тюрка гемолизует эритроциты и окрашивает лейкоциты. Также используют сместитель для лейкоцитов, резервуар, которого в 10 раз меньше эритроцитарного и счетную камеру Горяева.

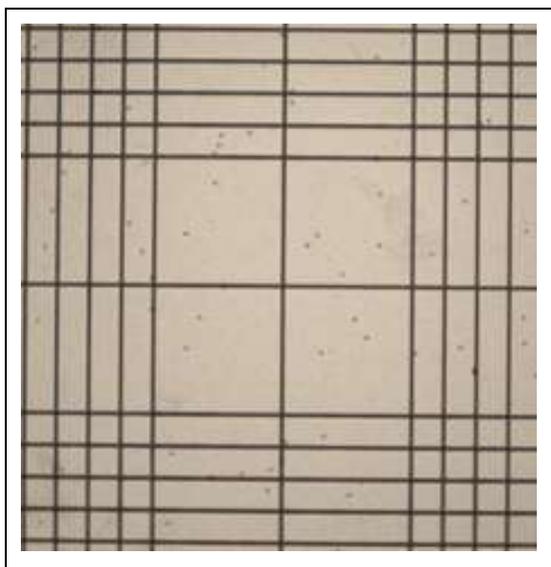


Рисунок 32. «Заряженная» камера Горяева для подсчета количества лейкоцитов

Лейкоциты подсчитывают в 100 больших квадратах, общей площадью 4мм² (Рис. 32). Вычисление производят по формуле:

$$X = \frac{A * 4000 * 20}{C}, \text{ где:}$$

X - искомое количество клеток в 1мм³;

A - количество подсчитанных клеток;

$\frac{1}{4000}$ - емкость квадрата одного квадрата;

20 - разведение;

C - количество подсчитанных малых квадратов.

При патологических состояниях отмечается как увеличение количества лейкоцитов (*лейкоцитоз*), так и уменьшение лейкоцитов (*лейкопения*). Измене-

ние количества лейкоцитов в крови характеризует функциональное состояние кроветворных органов.

Различают относительный лейкоцитоз (перераспределительный) и абсолютный (реактивный или органический). Также лейкоцитоз подразделяют на: физиологический, медикаментозный и патологический. Лейкоцитоз встречается часто и свидетельствует о раздражении лейкопоэтической части кроветворных органов.

При относительном лейкоцитозе лейкоциты поступают в периферическую кровь из кровяных депо в результате сосудистых реакций. Абсолютный лейкоцитоз появляется как реакция органов лейкопоза на инфекцию, интоксикацию, аллергический процесс. В его основе лежит опухолевое, лейкозное поражение аппарата лейкопоза.

Физиологический лейкоцитоз может быть при беременности (увеличение за счет нейтрофилов), незадолго до родов и сразу после них, у новорожденных (в основном за счет нейтрофилов), после приема корма, после тяжелой физической нагрузки.

Медикаментозный лейкоцитоз выявляют после парентерального введения животным белковых препаратов, вакцин, сывороток, адреналина, кортикостероидов и кортикотропина, гистамина, гепарина, ацетихолина, жаропонижающих средств, эфирных масел, препаратов наперстянки, некоторых антибиотиков и сульфаниламидов, скипидара, ингаляций лекарственных препаратов. При повышенной концентрации диоксида углерода.

Патологический лейкоцитоз сопровождает многие острые инфекции, лихорадочно-воспалительные заболевания (абсцессы, плевриты, артриты, флегмона), острые и хронические лейкозы, уремии, кровопаразитарные заболевания, травмы, диабетическая кома, аллергии, инвазии, обширные ожоги, обильные кровопотери.

Лейкопения встречается реже и может свидетельствовать об угнетении или истощении кроветворных органов, наблюдается при вирусных болезнях, паратиф телят, стахиоботриотоксикоз, истощении защитных сил организма, лучевой болезни.

3.8. Техника приготовления мазков крови

Мазки готовятся на предметных стёклах. Ввиду того что от качества стекла зависит и качество мазка, необходимо хорошо промывать его и обезжиривать.

Стекло нужно хорошо промыть в проточной воде, а стекла, бывшие в употреблении, прокипятить в соде или ещё лучше, по нашим наблюдениям, - в

зольном щелоке. Прокипячённые в зольном щелоке стёкла, затем хорошо промывают в проточной воде, вытирают чистой сухой тряпочкой и помещают в смеси спирта с эфиром (в равных частях). Перед работой стекла вынимают с помощью пинцета и насухо вытирают чистым полотенцем. Лучшими стеклами являются приготовленные из фотопластинок, так как они не имеют пузырьков и поверхность их ровная и чистая.

В случае нужды можно использовать и старые стёкла, бывшие в употреблении. После просмотра и браковки негодных стёкол их подвергают тщательной обработке и очистке после этого хранят в смеси спирта с эфиром.

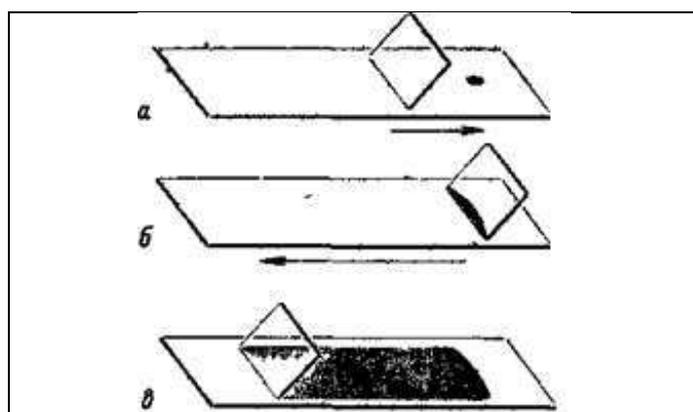


Рисунок 33.
Техника изготовления мазка крови

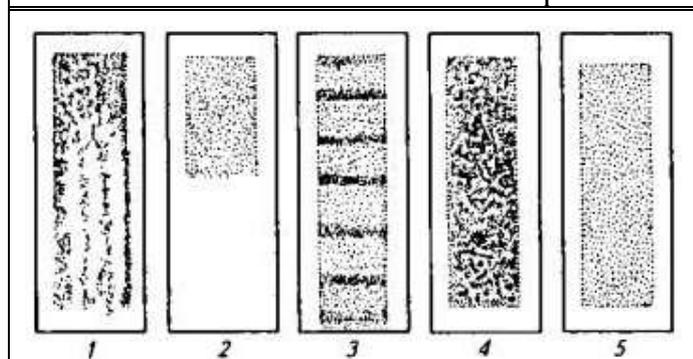


Рисунок 34. Схематичное изображение мазков крови:

- 1 – приготовленный на плохо обезжиренном стекле;
- 2 – короткий;
- 3 – неравномерный;
- 4 – толстый;
- 5 – правильно приготовленный.

Первую каплю крови удаляют ваткой, а из второй капли изготавливается мазок. Кровь необходимо использовать, возможно, быстрее, пока она не претерпела изменений и не потеряла своих физических свойств. Быстронаступающее свёртывание крови делает приготовление мазка совершенно невозможным. Мазки получаются ровными, однородными и не имеют прерывистых линий (гармошка).

При приготовлении мазка предметное стекло зажимается между большим и средним пальцами левой руки. В правой руке находится шлифованное покровное стекло.

Капля крови снимается прикосновением поверхности предметного стекла. У беспокойных животных каплю крови можно снять углом покровного стекла, а затем перенести её на предметное стекло. Для получения мазков хо-

рошего качества необходимо брать небольшие капли крови.

Прислонив край покровного стекла к капле крови, которая находится на предметном стекле, дают возможность распределиться ей между двумя стёклами (Рис. 33). Если стёкла чистые и сухие, кровь, в силу капиллярности, распре-

деляется почти моментально. Угол между покровным и предметным стеклом не должен превышать 45-50°. Покровное стекло фиксируется между пальцами правой руки так, чтобы кончик одного или обеих пальцев касался края предметного стекла. В этих случаях мазки получаются с ровными краями. Передвигая покровное стекло по предметному спокойно и не очень быстро, готовят мазок. Кровь при движении покровного стекла движется (тянется) за стеклом, а не впереди его, и не подвергается «травмированию». Такие мазки называют «вытяжными», что даёт довольно точное определение процесса их изготовления.

Приготовленный мазок необходимо сейчас же высушить. Летом это можно сделать, положив его в перевёрнутом виде на спичку. Переворачивание стекла мазком вниз необходимо делать потому, что летом мазки очень часто портятся насекомыми. При работе в сыром и холодном помещении мазки можно высушивать на руке, а затем убирать в боковой карман, прикрыв его предварительно чистым стеклом с целью сохранения мазка от повреждения.

Если изготовление мазков производится на морозе 10-15°, то для предотвращения гемолиза, когда они внесены в помещение, их нужно сразу же опустить в кювету с метиловым спиртом и в таком случае нести в тёплое помещение.

После фиксации в спирте в течение 5-10 минут мазки окрашиваются обычным методом. Обработанные таким образом мазки ничем не отличаются от сделанных в сухом и тёплом помещении и могут быть использованы для самых тонких гематологических исследований.

Просушивание мазков на пламени горелки не рекомендуется, так как форменные элементы крови деформируются и мазки становятся непригодными для исследования. Когда мазок высох, на нём пишется порядковый номер, кличка животного или номер, а также дата приготовления мазка.

Для окраски и исследования отбираются лучшие мазки. Хороший мазок должен отвечать следующим требованиям (Рис. 34):

Он должен быть уже и короче стекла, т.е. должен иметь свободные края по длине и зазубренный край по ширине в конце мазка. Края мазка должны быть ровными.

Мазок должен быть тонким, однородным, без просветов и прерывающих линий, с нежной поверхностью и без следов гемолиза.

При дальнейшем хранении препаратов необходимо оберегать их от насекомых, влаги, действия кислот и щелочей, дыма и различных газов. Плохо сохраняемые мазки становятся иногда совершенно непригодными для исследования, несмотря на качественное приготовление их вначале.

Фиксация мазков

Наиболее надежным способом фиксации мазков является фиксация метиловым спиртом. Спирт можно наслаивать непосредственно на мазок высоким слоем, препарат должен лежать горизонтально. Можно препарат погрузить в кювету с метиловым спиртом на 3-5 мин. накрыв ее крышкой (в целях предотвращения улетучивания фиксатора). Спирт можно использовать вторично. Также в качестве фиксаторов используют:

абсолютный этиловый спирт время экспозиции 20-30 мин.

чистый ацетон – 5мин.

метиловый спирт+ацетон – 5мин.

этиловый спирт+эфир (1:1) - 10мин.

окраска по Май-Грюнвальду и Лейшману не требует предварительной фиксации, т.к. элементы фиксации содержатся в самой краске.

Окраска мазков

Для окрашивания пользуются готовыми растворами краски. Правильно окрашенный мазок имеет красновато-фиолетовый оттенок. Перекрашенные мазки имеют густо фиолетовые цвета. Серые или серо-голубые мазки указывают на избыток щелочи, ярко красные – на избыток кислоты или кратковременное окрашивание. Для получения правильной окраски важно помнить, чтобы дистиллированная вода, которой пользуются в процессе обработки препарата, имела нейтральную реакцию.

Для определения реакции воды можно использовать гематоксилин. В химический стаканчик на кончике ножа опускают гематоксилин и несколько миллилитров испытываемой дистиллированной воды. В другой стаканчик для контроля наливают дистиллированной воды известной реакции. Оба стаканчика помещают на лист белой бумаги. Если испытуемая вода имеет нейтральную реакцию, то в промежутке времени от одной до пяти минут она окрашивается в розово-фиолетовый цвет. Если вода кислая, то окрашивание наступает только через 15-20 минут. Если вода щелочной реакции, то она окрашивается в резко фиолетовый цвет в течение полминуты, максимум одной минуты. Кислую дистиллированную воду усредняют 1% раствором карбоната натрия, а щелочную 1% раствора уксусной кислоты.

Окраска по Романовскому-Гимза (Рис. 35).

Краска (заводского приготовления) имеет состав: азур2 - 3г, водорастворимый желтый эозин - 0,8г, метиловый спирт 250 мл, глицерин - 250 мл. Перед употреблением краска разводится из расчета 1-2 капли на 1 мл дистиллированной воды. Окрашивание продолжается 30мин.

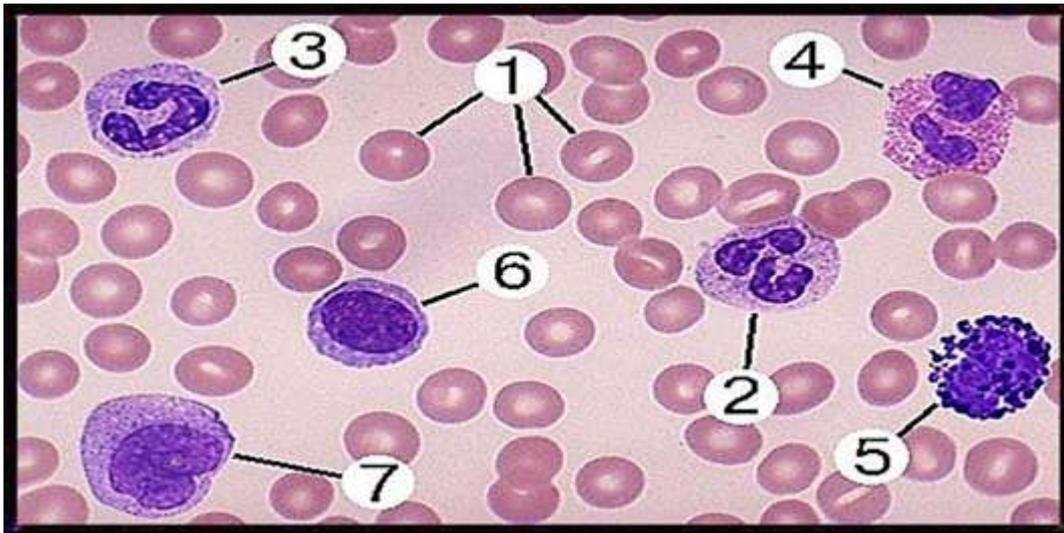


Рисунок 35. Мазок крови (окраска по Романовскому-Гимза):

- 1) эритроциты; 2) сегментоядерный нейтрофил; 3) палочкоядерный нейтрофил;
4) эозинофил; 5) базофил; 6) лимфоцит; 7) моноцит.

При окрашивании необходимо соблюдать ряд требований:

- вода должна иметь $pH=6,6-6,8$; посуда для разведения краски должна быть чистой; раствор краски готовится *ex tempore*, а не заранее;
- краску следует добавлять по каплям, а не наливать сразу;
- концентрация раствора не должна превышать три капли на 1мл;
- рекомендуется дистиллированную воду оставлять на мазке после промывания в течении 1 мин. (для красивой дифференциальной окраски).

Окрашенный препарат промывают струей дистиллированной воды и высушивают на воздухе.

Следует помнить, что краска, постоявшая на холоде или в сыром помещении, сильно портится. Для ее восстановления рекомендуют поместить ее в водяную баню с температурой 60° на 15 мин.

Модификация окраски мазков крови по Филипсону. Берется одна часть краски Романовского и 3 части этилового спирта. После смешивания краска пригодна сразу к употреблению. На нефиксированный мазок наносится 10-15 капель краски, через 10-15 минут наливается 0,5-1 мл дистиллированной воды, которая тщательно перемешивается с краской. Окрашивание мазка продолжается 20-30 минут. Смывается дистиллированной водой и мазок высушивается на воздухе.

Окраска по Лейшману.

При этом способе применяют смесь азура 1, метиленового синего, водорастворимого желтого эозина 0,2г на 10 мл метилового спирта. Продолжительность фиксации неразбавленной краской 3-4 мин, а окраски с равным количеством воды 5-10 мин.

Окраска по Май-Грюнвальд.

Окрашивание производится готовым раствором краски Май-Грюнвальд. На нефиксированный мазок наносят 15-20 капель краски на 3 минуты. Затем на него наслаивают то же количество дистиллированной воды и докрашивают еще 15-20 минут. Затем смывается дистиллированной водой и мазок высушивается на воздухе.

Окраска по Паппенгейму.

Этот метод соединяет преимущества окраски по Май-Грюнвальду и Романовскому-Гимза.

Предварительной фиксации не требуется, как и при окраске по Лейшману, а мазок покрывают полоской фильтровальной бумаги, на которую наливают 15-20 капель краски Май-Грюнвальд (раствор эозина и метиленовой синьки в метиловом спирте и глицерине) в течение 3 минут. Затем к ней осторожно приливают 15-20 капель усредненной дистиллированной воды и через 1 минуту жидкость удаляют вместе с бумагой. Тотчас же кладут мазком вниз в чашку Петри на стеклянные палочки и докрашивают по Романовскому-Гимза в течение 15-30 минут. Этот способ дает наиболее рельефную окраску эритроцитов и лейкоцитов, резко оттеняя в то же время ядра лейкоцитов и зернистость цитоплазмы.

Мазки пунктатов лимфатических узлов, селезенки принято окрашивать по Лейшману или по Паппенгейму.

Окраска по Нохту.

Для этой окраски составляют различные смеси 0,1%растворов азура2 и водорастворимого желтого эозина на дистиллированной воде, например:

Вода дистиллированная	25-50-100-200-300мл
Азур 2	13-26-52-100-156
Эозин водный	10-22-44-88-132

Окрашивание в течение 30-35 мин, а при появлении молодых форм крови - 20мин. Окраска выявляет специфику каждой клетки, дифференцирует ядро. Применяется для окраски мазков периферической крови и костномозговых пунктатов.

Окраска толстой капли.

Исследование в толстой капле проводится с целью подсчета эозинофилов и обнаружения кровопаразитов (особенно при подостро, хронически протекающих протозойных заболеваниях, когда просмотр обычно приготовленного мазка не дает должных результатов).

На предметное стекло наносится крупная капля крови и размазывается диаметром 1-2см. высушивается на воздухе в течение 20-30 мин.

На высушенный и не фиксированный препарат наносится краска Романовского - Гимза. Краска гемолизует эритроциты и, разлагаясь образует красное облачко на поверхности жидкости. Чтобы избежать выпадение осадка, раствор краски через 3 минуты осторожно сливают. Остатки первой порции смывают, приливая сбоку новой порции краски. Повторив эту манипуляцию, еще раз оставляют краску Романовского Гимза на стекле и окрашивают толстую каплю 20-30 минут. По истечении времени краску сливают, осторожно сполоснув дистиллированной водой (легкой струей(!), т.к. толстая капля, легко смывается), высушивают мазок.

Перекрашенные препараты характеризуются грязнофиолетовым окрашиванием (такое же окрашивание получают, если вода щелочной реакции). Правильно окрашенные препараты имеют синеватую или голубоватую сердцевину с красновато-фиолетовыми краями.

В правильно окрашенном мазке отчетливо выражены характерные особенности каждой клетки, кровяные пластинки, разбросанные маленькими группами по всему полю зрения, хорошо заметны в виде маленьких зернышек красноватого цвета. Кровепаразиты имеют хорошо окрашенную протоплазму, в голубой цвет и рубиново красное ядро. При плохом окрашивании капли, ядро клеток и зернистость протоплазмы плохо выражены, кровяные пластинки еле заметны.

Эозинофилы подсчитывают отдельно, ввиду незначительного их содержания в периферической крови. Подсчет применяют в качестве контрольного метода, когда при подсчете формулы крови установлено полное отсутствие этих клеток (анэозинофилия). Для этого в разных точках толстой капли, под иммерсией, подсчитывают все расположенные в поле зрения лейкоциты, отдельно отмечая эозинофилы. Закончив подсчет одного участка, передвигаются на противоположный участок препарата подобрав, таким образом несколько сот (200-400) лейкоцитов. Затем вычисляют процентное соотношение эозинофилов, например:

На 300 лейкоцитов 15 эозинофилов

На 100 лейкоцитов X эозинофилов.

Практически можно полученное количество эозинофилов разделить на первую цифру подсчитанных сотен: 2,3 или 4.

В настоящее время также применяется способ быстрого дифференцированного окрашивания биопрепаратов (кровь, эякулят, выпотные жидкости и др.). Например, использование набора лейкодиф (Рис. 36).



Рисунок 36. Набор "Лейкодиф"

Набор содержит растворы для быстрого окрашивания мазков крови. Окрашивание проводят погружением в окрашивающие растворы мазков. Интенсивность окрашивания возможно регулировать числом погружений в краситель. Набор состоит:

1. Фиксирующий раствор (200 мл): метанол 24 моль/л, нафталиновый зеленый 1 мг/л
2. Окрашивающий раствор - 1 (200 мл): эозин У 1,73 ммоль/л, фосфатный буфер, рН 6,8, 60 ммоль/л
3. Окрашивающий раствор - 2 (200 мл): АзурII 12 г/л, фосфатный буфер, рН 6,8, 60 ммоль/л

Таблетки для приготовления промывающего раствора: фосфатный буфер, рН 7,2, 2,5 ммоль/табл.

Приготовленные на обезжиренных стеклах мазки крови оставляют сохнуть на воздухе. Растворы сливают в сосуды.

Сначала мазок фиксируют погружением в реактив 1. После каждого погружения дают возможность стечь раствору и его избыток устраняют о край сосуда. Затем фиксированный мазок погружают в реактив 2. После каждого погружения дают возможность стечь раствору и его избыток устраняют о край сосуда. После чего мазок погружают в реактив 3. После каждого погружения дают возможность стечь раствору и его избыток устраняют о край сосуда. Стекла обрабатывают промывающим раствором и оставляют сушиться на воздухе. Но окрашивание не рекомендуется для исследования тромбоцитов.

3.9. Морфология клеток крови (по Воронину)

Для выявления патологических изменений в эритроцитах, тромбоцитах, лейкоцитах, а также дифференциации отдельных видов лейкоцитов с целью выведения лейкограммы, определения молодых и атипичных клеток крови используют окрашенные мазки крови. При дифференциации клеток крови на окрашенных препаратах обращают внимание на следующие морфологические признаки.

Размер клеток крови очень различен: от 1...4 мкм в диаметре у тромбоцитов до 50...70 мкм у мегакариоцитов. Обычно молодые клетки крупнее более зрелых, хотя есть и исключения из этого правила (промиелоциты больше миелобластов, мегакариоциты крупнее мегакариобластов)

Форма клеток обычно круглая, реже неправильная (ретикулярные клетки, мегакариоциты, иногда моноциты). Важное диагностическое значение имеет изменение формы эритроцитов (звёздчатые, овальные, сильнодеформированные).

Соотношение ядро - цитоплазма обычно тем больше, чем моложе клетка. Особенно показательным это увеличение у бластных и злокачественных (опухолевых) клеток.

Форма ядра чаще всего круглая или слегка вогнутая. Только в клетках гранулоцитарного, мегакариоцитарного рядов ядро вытянутое, сегментированное или полиморфное.

Хроматиновая структура ядра имеет большое значение для дифференциации клеток крови. При окраске оксихроматин приобретает светло-фиолетово-коричневый цвет, а базихроматин - тёмно-фиолетово-коричневый. Чем моложе клетка, тем больше в ядре оксихроматина, поэтому ядро окрашивается светлее, чем в зрелых клетках. По мере созревания в ядре увеличивается количество базихроматина и оно окрашивается в более тёмный цвет. У молодых (бластных) клеток базихроматин образует тонкую мелкопористую сетку, расположенную на гомогенном светлом оксихроматиновом фоне. В процессе созревания клетки в узлах стенки базихроматин образует утолщения. В дальнейшем сетка исчезает, а базихроматин сливается в большие комки, которые окрашиваются в тёмно-фиолетовый цвет (участки ядра или все целиком).

Ядрышки (нуклеолы) содержатся в ядрах молодых, зародышевых клеток крови (бластах). Они круглой или овальной формы и окрашиваются в светлосиний или светло-фиолетовый цвет. В ядре зрелых клеток нуклеол нет.

Цитоплазма молодых (бластных) клеток базофильна. При созревании клеток она меняет свой цвет соответственно виду клетки. Цитоплазма лишена структуры, у эритробластов она пористая, у лимфоцитов и плазмоцитов даёт

вокруг ядра зону просветления. В цитоплазме моноцитов, ретикулярных клеток и плазмоцитов могут присутствовать вакуоли. У других клеток вакуолизация цитоплазмы и ядра встречается при патологии. В цитоплазме некоторых моноцитов, ретикулярных клеток, мегакариоцитов находят фагоцитированные элементы (паразиты, пигментные зерна, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты и их обломки).

Зернистость в цитоплазме гранулоцитов может быть базофильной, эозинофильной или нейтрофильной. В промиелоцитах, моноцитах иногда в лимфоцитах заметна азурофильная зернистость розово-фиолетового цвета, которую обозначают как неспецифическую.

Зернистые лейкоциты (гранулоциты)

Все гранулоциты образуются в красном костном мозге, проходя в процессе созревания ряд стадий: миелобласты, промиелоциты, миелоциты, метамиелоциты (юные), палочкоядерные и сегментоядерные базофилы, эозинофилы и нейтрофилы. Так как базофилов и эозинофилов в крови содержится в норме небольшое количество, возрастная дифференциация этих клеток не проводится. По возрасту различают только нейтрофилы.

В зависимости от свойств цитоплазмы и характера зернистости гранулоциты подразделяются на следующие виды:

Базофилы — крупные (12-15 микрон) округлой формы клетки, ядро вытянутое в длину и перешнурованное на отдельные сегменты, соединённые между собой толстыми перемычками, либо довольно массивное, но имеет вдавленности и 2-4 лопасти. Вследствие бедности хроматином ядро окрашивается в фиолетовый цвет с бордовым оттенком. Цитоплазма имеет голубой цвет. Клетка заполнена крупной тёмно-синей зернистостью, которая иногда очень густо располагается в клетке так, что очертания ядра становятся расплывчатыми. Структура ядра почти не видна.

Эозинофилы – крупные клетки (10-14 микрон) округлой формы. Цитоплазма красится в голубой цвет. Ядро тёмно-фиолетового цвета и в зависимости от возраста клетки может быть округлым, несколько вытянутой формы, в виде палочки или отдельных сегментов. Характерным для эозинофилов является крупная круглой формы зернистость розового или красноватого цвета, иногда с лёгким фиолетовым оттенком. Эта зернистость заполняет всю клетку, но ядро ею не закрывается, а лежит как бы на поверхности.

Миелоцит (нейтрофильный) – крупная клетка (10-13 микрон) округлой формы. Цитоплазма окрашена в голубоватый цвет. Ядро чаще неправильно круглой, иногда бобовидной формы, рыхлое, окрашено неравномерно, красновато-фиолетового цвета. В цитоплазме обнаруживается два цвета грануляции: тём-

но-синяя и розовато-желтоватая в виде мелких круглых зёрен. У здоровых животных этих клеток в циркулирующей крови нет.

Юный нейтрофил (метамиелоцит) – переходная форма к зрелым нейтрофилам. Клетка крупная (10-15 микрон). Ядро имеет подковообразную, колбасовидную или бобовидную формы, неравномерно окрашено в интенсивный красно-фиолетовый цвет. Цитоплазма окрашена в розовый цвет с фиолетовым оттенком, в светло-синий или серо-дымчатый цвет и имеет два вида мелкой зернистости, в основном розовато-жёлтой и тёмно-синей (единичные зёрна).

Палочкоядерный нейтрофил представляет собой уже зрелую клетку, несколько мельче юного нейтрофила (10-12 мкм). Ядро более компактное, разнообразной формы, вытянуто в виде палочки или загнуто в виде букв S, C, Z, V, иногда цифры 6, на всём протяжении почти одинаковой ширины, но иногда бывает булавовидно вздуто на полюсах. Ядро окрашено неравномерно в тёмно-фиолетовый цвет. Цитоплазма бледно-розового или розово-фиолетового цвета, содержит небольшое количество мелких зёрен розовато-фиолетового цвета.

Сегментоядерный нейтрофил является самой зрелой клеткой из всего нейтрофильного ряда. По величине такой же, как и палочкоядерный (10-12 мкм). Ядро окрашивается неравномерно в тёмно-красно-фиолетовый цвет, разнообразно по форме, так как оно разделено на сегменты. Сегменты соединены тонкими нитевидными перемичками. Количество ядерных сегментов в нейтрофилах большинства животных от 2 до 5. Цитоплазма светло-розового цвета и содержит много мелких пылевидных красно-коричневых гранул.

Незернистые лейкоциты (агранулоциты)

Незернистые лейкоциты делятся на лимфоциты и моноциты.

Родоначальной клеткой для лимфатического ряда является лимфобласт. Из материнских клеток образуются пролимфоциты и зрелые лимфоциты. Лимфоциты делятся на большие, средние, малые.

Лимфоцит большой – крупная (10-19 микрон) круглая клетка. Ядро компактное, глыбчатой структуры, с небольшими просветлениями, имеет правильную округлую или бобовидную форму, иногда бывает угловато-округлой формы, окрашивается в тёмно-фиолетовый цвет, располагается в клетке эксцентрично. Цитоплазма окружает ядро широким поясом, окрашена в голубой цвет, около ядра светлее (перинуклеарная зона), к периферии темнее. В цитоплазме содержится зернистость красного цвета, крупная, разной величины и формы.

Лимфоцит средний является переходной клеткой между большим и малым и поэтому немного меньше большого лимфоцита. Структура клетки такая же, как и у большого лимфоцита.

Лимфоцит малый (микролимфоцит) – клетка округлой формы, размером 7-10 микрон. Ядро расположено эксцентрично, более или менее компактное,

округлое, с неровными контурами, иногда с вдавлением. Окрашивается интенсивно в тёмно-фиолетовый цвет. Цитоплазма голубого цвета, охватывает ядро с одной стороны в виде полумесяца, иногда её почти не видно. Красная (азурофильная) зернистость разного размера и количества в цитоплазме встречается непостоянно.

Плазматические клетки (плазмоциты, клетки раздражения, клетки Тюрка) по современным данным являются производными В-лимфоцитов. В своём развитии проходят ряд стадий от плазмобласта через проплазмоцит до плазмоцита. Это большие (11-20 мкм) клетки, чаще всего овальной формы. Ядро компактное с грубоглыбчатой структурой, с радиальными скоплениями хроматиновых нитей, что придаёт ему колесовидную структуру. В клетке ядро располагается иногда в центре, но чаще эксцентрично. Цитоплазма синего цвета с фиолетовым оттенком. Отчетливо просматривается околядерное просветление. В цитоплазме имеются вакуоли разной величины и формы (пенистость).

Развитие клеток моноцитарного ростка происходит через стадию монобласта, промоноцита и моноцита.

Моноциты представляют собой самые крупные клетки (12-24 микрон) циркулирующей крови. Большое ядро чаще подковообразной, реже другой формы (бобовидной, дольчатой). Структура ядра состоит из ширококитчатой сети хроматина, что создает представление складчатости, неравномерности и петлистости (напоминает «мятый платок»). Даже в зрелых клетках хроматин остается относительно рыхлым, и поэтому ядро неравномерно окрашивается. Цитоплазма окружает ядро широким поясом, окрашена в дымчато-серый или серо-синий цвет (цвет «сигарного дыма» или «пасмурного неба»). В цитоплазме часто содержится очень мелкая, пылевидная, обильная зернистость красного цвета (азурофильная). Скопления её отмечаются в вогнутостях ядра. Иногда в цитоплазме встречаются маленькие вакуоли.

Лейкоциты птиц

Лейкоциты птиц делятся на базофилы, эозинофилы, псевдоэозинофилы, лимфоциты и моноциты.

Псевдоэозинофилы соответствуют нейтрофильной группе млекопитающих, по возрасту делятся на миелоциты, метамиелоциты, палочкоядерные и сегментоядерные.

Изменение качественного состава лейкоцитов при патологии

В связи с функциональными особенностями клеток крови изменения наблюдаются чаще со стороны *нейтрофилов*:

– появление токсогенной зернистости (тёмно-синих гранул) в цитоплазме зрелых нейтрофилов в результате коагуляции цитоплазмы под влиянием токсинов (при тяжёлых гнойно-септических процессах);

– вакуолизация цитоплазмы и ядра (наличие в клетках беловатых образований-пустот различной величины, формы и количества) — признак жировой или водяночной дистрофии, появляется при тяжёлых формах различных заболеваний;

– появление в цитоплазме телец Князькова-Деле (пятен бледно-голубого цвета различной величины, формы и количества) — остатки базофилии, встречаются при крупозной пневмонии, сальмонеллёзах, пироплазмидозах;

– полисегментация ядра — вместо 2-5 сегментов ядро рассыпается на мелкие глыбки (8-12-15);

– кариопикноз (сморщивание ядра) — в клетке обнаруживается очень плотное, небольших размеров ядро;

– кариорексис (глыбчатый распад ядра) — ядро приобретает расплывчатый вид, контуры его неровные и нечёткие, зернистость в цитоплазме может быть незначительной или исчезает;

– кариолизис — растворение ядра;

– набухание ядра — встречается реже.

При патологических процессах обнаруживаются изменения цитоплазмы и ядра в *лимфоцитах*:

– появляются вакуоли различной величины и количества;

– цитоплазма окрашивается в сероватый цвет;

– азурофильная зернистость становится мельче или отсутствует;

– у ядра края неровные, изъеденные.

Изменения, обнаруживаемые в *моноцитах*:

– появление вакуолей в цитоплазме и ядре;

– окрашивание цитоплазмы в диффузно-серый цвет с желтоватым оттенком («грязно-серый» цвет);

– неравномерное окрашивание ядра (появление неокрашенных участков в результате резкого разрыхления ядра);

– изменение формы ядра (ядро принимает причудливые очертания или может быть округлым).

Сходные изменения обнаруживают в *базофилах и эозинофилах*:

– изменение величины и формы гранул (вместо круглых они становятся овальными, треугольными и палочковидными);

– образование на месте гранул пустот (вакуолей);

– полисегментация, разрыхление и неравномерная окраска ядра.

В *клетках Тюрка*: увеличивается вакуолизация ядра и цитоплазмы.

Кроме перечисленных изменений при патологии обнаруживают анизоцитоз и пойкилоцитоз клеток белой крови.

3.10. Выведение лейкоцитарной формулы

Лейкоциты - это высокоспециализированные клетки крови, обладающие различными защитными функциями, отличающиеся характерной структурой и сложным внутриклеточным метаболизмом. Они различаются по форме, и структуре ядра, характеру цитоплазмы, её грануляции, ядерно-цитоплазматическому соотношению. Эти признаки являются основными критериями при исследовании лейкограммы в окрашенных мазках крови.

Лейкограмма или лейкоцитарная формула – это процентное соотношение в периферической крови различных форм лейкоцитов, записанное в определённом порядке.

В норме в крови выявляются лейкоциты следующих форм: базофилы, эозинофилы, нейтрофилы палочкоядерные и сегментоядерные, лимфоциты, моноциты. При наличии в мазках крови плазматических клеток, незрелых, бластных и трудно дифференцируемых форм лейкоцитов их также вводят в лейкограмму, описывают их морфологию. Одновременно с выведением лейкограммы оценивают морфологию лейкоцитов. Если в анализе крови не было выявлено отклонений от нормы количественного состава форменных элементов крови, а при подсчете 100 лейкоцитов не обнаружено никаких отклонений от нормы ни в лейкограмме, ни в морфологии лейкоцитов, то можно ограничиться подсчетом 100 клеток. Если при этом были выявлены какие-либо отклонения от нормы, то необходимо подсчитывать не менее 200 лейкоцитов.

Лейкоцитарная формула дает представление только об относительных величинах. Более объективное представление о составе лейкоцитов крови дает вычисление их абсолютного количества, т. е. содержание каждого вида лейкоцитов в определенном объеме крови. Лейкоцитарная формула имеет возрастные особенности, поэтому ее сдвиги должны оцениваться с позиции возрастной нормы, так у молодняка, особенно в неонатальный период, соотношение клеток резко отличается от взрослых.

Лейкограмму вводят по окрашенным мазкам крови под иммерсионной системой микроскопа. Применяют дифференциальный подсчет 100 (или 200) лейкоцитов с помощью четырёхпольного (Шиллинга) или трёхпольного метода (Филиппченко). Для регистрации видов лейкоцитов, обнаруженных при исследовании мазка крови, используют одиннадцатиклавишные счётчики (Рис. 37).

Определение лейкограммы производится по окрашенным мазкам крови под иммерсионной системой микроскопа (объектив x90) путём дифференциального подсчёта 100 или 200 лейкоцитов с помощью методов Шиллинга, Фи-

липпченко, Мухина или метода Филиппченко, пользуясь во всех случаях линией меандра (древнего орнамента).



Рисунок 37. Одиннадцатиклавишный счётчик клеток крови

Лейкоцитарная формула с буквенным обозначением форменных элементов крови имеет следующий вид (Табл. 2):

Таблица 2 - Лейкограмма, %

Б	Э	Нейтрофилы				Л	Мон	КТ
		М	Ю	П	С			

Метод Шиллинга. Лейкограмма выводится из 200 клеток. Весь мазок крови делится на 4 части: две из них в толстом крае мазка, с противоположных сторон, две части – в тонком крае мазка.

Подсчёт начинают с первого поля, которое устанавливается на краю мазка. В каждом поле зрения учитывают все лейкоциты. Затем мазок передвигают на 3-4 поля к центру, 3-4 поля вдоль мазка, возвращаются на край мазка и снова вдоль мазка проходят 3-4 поля зрения, к центру мазка, вдоль мазка и т.д. Всего подсчитывают 50 клеток.

Точно также, по ломаной кривой, подсчитывают 50 клеток с противоположного края. Затем переходят на тонкую часть мазка. Счёт ведётся так же. С одной стороны подсчитывают 50 клеток, и с другой стороны – 50 клеток. При таком методе подсчёта лейкоцитов вся средняя часть мазка остаётся не исследованной, так как подсчёт клеток проводят только по краю мазка, углубляясь лишь на 3-4 поля зрения к центру мазка (Рис. 38).

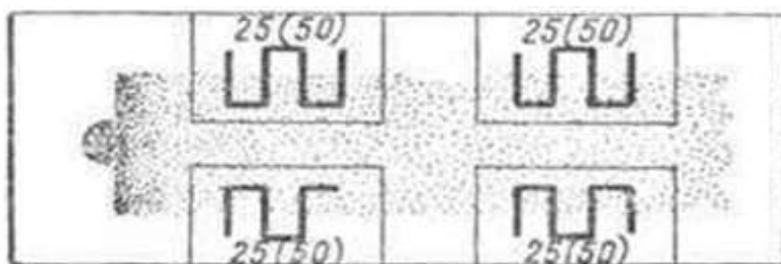


Рисунок 38. Метод Шиллинга

Метод Филиппченко. Весь мазок крови делится на 3 равные части – в толстом крае, в середине мазка и в тонком крае мазка подсчитывают 200 клеток (Рис. 39). Подсчёт ведётся от одного края до другого, поперёк мазка, проходят 3-4 поля зрения вдоль мазка и снова идут поперёк к другому краю.

Подсчитывают по 70 клеток в толстом крае и середине мазка и 60 клеток в тонкой части.

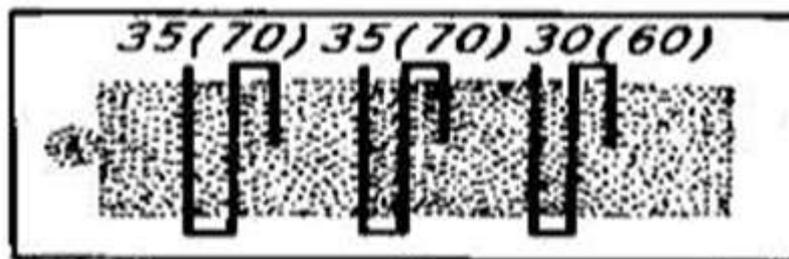


Рисунок 39. Метод Филиппченко

Метод Мухина. Подсчитывают 200 клеток только в средней части поперёк мазка от одного края до другого (Рис. 40). Если не насчитывают 200 клеток, то проходят 3-4 поля зрения вдоль мазка и снова подсчёт ведут поперёк мазка. Этот метод можно применять при значительных лейкоцитозах и при выведении лейкограммы крови птиц.

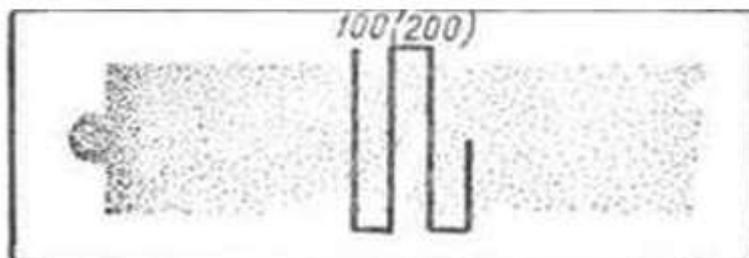


Рисунок 40. Метод Мухина

После подсчета количества лейкоцитов в мазке каждый вид их суммируется отдельно и выводится лейкограмма.

3.11. Изменения лейкограммы

У здоровых животных в циркулирующей крови основная масса клеток представлена зрелыми формами, которые непрерывно обновляются: на смену распадающимся клеткам (физиологическая регенерация). Указанное динамическое равновесие в смене клеток крови нарушается вследствие усиленных процентов разрушения кровяных клеток. Организм стремится возместить эти потери, причём характер его реакции зависит от силы и продолжительности воздействия отрицательно действующего фактора (от силы раздражения), а также от состояния кроветворных органов. При незначительной силе раздражителя и функциональной полноценности органов гемопоэза пополнение обеспечивается за счёт клеток, поступающих из кровяных депо, так что изменения морфологического состава крови слабо или совсем не выражены. Сильные раздражители вызывают значительное разрушение клеток в периферической крови, при котором органы гемопоэза не справляются с выработкой зрелых форменных элементов, в результате чего появляются молодые формы. Особенно чётко прослеживаются изменения в степени зрелости клеток среди нейтрофилов, когда в крови появляются их молодые разновидности палочкоядерные, юные (метамиелоциты) и даже миелоциты.

Следует также отметить, что при лейкоцитозах обычно увеличивается содержание не всех видов лейкоцитов, а какой-то одной разновидности этих клеток - нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов, моноцитов или базофилов. Увеличение в лейкограмме процента одного вида лейкоцитов могут наблюдать и при нормальном числе лейкоцитов и даже при лейкопении. Течение патологического процесса в организме накладывает существенный отпечаток на лейкограмму крови, в которой отмечают определённые сдвиги.

Первое изменение, которое удаётся выявить в лейкограмме, - это увеличение содержания какого-либо вида лейкоцитов, что обозначают как видовой лейкоцитоз: нейтрофилия, лимфоцитоз, эозинофилия, моноцитоз, базофилия, или уменьшение их содержания в крови - видовой лейкопении: нейтропения, лимфоцитопения, эозинопения, моноцитопения.

Увеличение или уменьшение количества отдельных видов лейкоцитов может быть абсолютным и относительным. В том случае, если наряду с увеличением процента определённого вида лейкоцитов в лейкограмме наблюдают и абсолютное увеличение их количества в 1 мкл крови, тогда говорят об абсолютном видовом лейкоцитозе (например, абсолютный лимфоцитоз). При одновременном уменьшении процента того или иного вида лейкоцитов в лейкограмме и абсолютного количества клеток в 1 мкл крови говорят об абсолютной видовой лейкопении (например, абсолютная лимфоцитопения).

Относительный видовой лейкоцитоз - изменение в лейкограмме, при котором увеличение процента какого-либо вида лейкоцитов сочетается со снижением их общего количества, в результате чего абсолютное количество лейкоцитов этого вида в 1 мкм крови будет нормальным. Относительная видовая лейкопения бывает, когда процент определённого вида лейкоцитов в лейкограмме понижен, но в связи с некоторым повышением общего числа лейкоцитов в крови абсолютное содержание этого вида лейкоцитов в 1 мкл крови находится в пределах нормы.

Второе изменение, которое может быть установлено в лейкограмме, - появление молодых незрелых форм лейкоцитов. Среди нейтрофилов при ряде патологических состояний увеличивается число палочкоядерных форм, а помимо зрелых форм - сегментоядерных клеток - обнаруживают юные и миелоциты. В связи с тем, что молодые клетки из числа нейтрофилов в лейкоцитарной формуле записывают левее зрелых сегментоядерных форм, принято такое состояние обозначать сдвигом ядра влево. Если же увеличивается процент сегментоядерных нейтрофилов с гиперсегментацией ядра при уменьшении процента палочкоядерных форм, тогда подобное изменение в соотношении нейтрофилов в лейкограмме обозначают как сдвиг ядра вправо (Рис. 41).

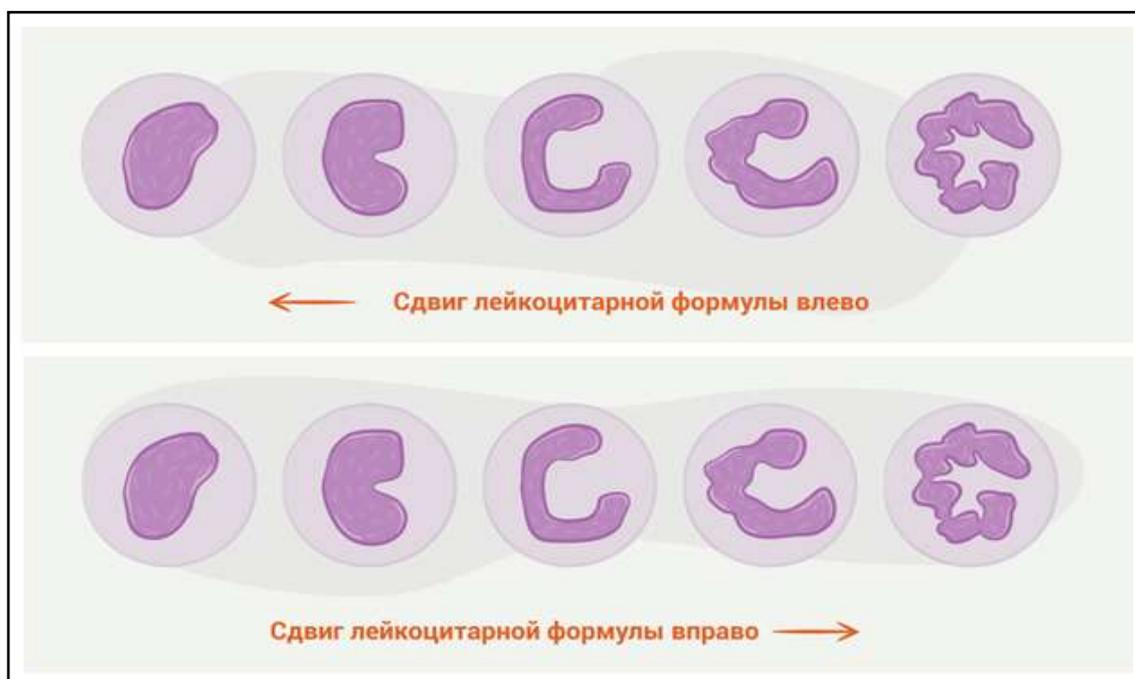


Рисунок 41. Схема лейкоцитарных сдвигов

Третье изменение, которое может быть выявлено при исследовании лейкограммы, - наличие патологических форм лейкоцитов.

Довольно типичные изменения в составе крови наблюдают при септических процессах, в течение которых следующие три фазы (по Шиллингу):

1. Фаза нейтрофильной борьбы (или начальная);
2. Фаза моноцитарной защиты и преодоление процесса;
3. Лимфоцитарная фаза завершения процесса и выздоровления.

В 1 фазу борьбы организмы с инфекцией увеличивается количество лейкоцитов в крови и повышается процент нейтрофилов в лейкограмме за счет молодых форм (резкий сдвиг ядра влево), процент других лейкоцитов уменьшен.

В 2 фазу наблюдают перелом в течение болезни, при котором уменьшаются число лейкоцитов в крови (но оно выше нормы) и процент нейтрофилов, процент моноцитов резко возрастает, повышается количество лимфоцитов.

В 3 фазу выздоровления количество моноцитов и эозинофилов увеличивается, процент нейтрофилов пределах нормы почти без сдвига ядра влево; общее количество лейкоцитов незначительно повышено.

Из видовых лейкоцитозов чаще всего встречаются нейтрофилии, лимфоцитозы, эозинофилии.

Наряду с установлением процентного соотношения между отдельными видами лейкоцитов важное клиническое значение имеет определение их абсолютного числа, т.е. количества каждого вида белых кровяных телец в 1 мкл крови. Выражение лейкограммы не только в процентах, но и в абсолютных величинах позволяет выяснить характер видового лейкоцита (например, нейтрофилли, лимфоцитоза) - является он абсолютным или относительным.

Особое значение имеет учёт возрастного состава нейтрофилов, которые при патологических состояниях наиболее подвержены количественным и качественным изменениям. С этой целью определяют индекс сдвига ядер нейтрофилов: $ИС \text{ (индекс сдвига)} = \frac{М(\%) + Ю(\%) + П(\%)}{С(\%)}$.

В норме для каждого вида животных характерен свой индекс сдвига: у крупного рогатого скота он составляет $\frac{1}{3}$, а у лошадей - $\frac{1}{12}$.

При увеличении процента молодых форм нейтрофилов (палочкоядерных, юных, миелоцитов) возрастает числитель, что означает сдвиг ядра влево. Если повышается процент старых форм нейтрофилов (сегментоядерных), то увеличивается знаменатель, что соответствует сдвигу ядра вправо.

Нейтрофилия (нейтрофилез). Этот вид наиболее типичен для гнойно-воспалительных процессов, причем по характеру сдвига ядра (степени омоложения нейтрофилов) и выраженности нейтрофильной реакции можно судить от тяжести процесса и степени заболевания. По степени регенерации нейтрофильный лейкоцитоз разделяют:

Нейтрофилия с простым регенеративным сдвигом и проявляется повышением процента палочкоядерных нейтрофилов (до 10-13%) при незначительном увеличении общего количества лейкоцитов. Ее наблюдают при легком,

доброкачественно течения гнойно-воспалительных процессов и некоторых тяжелых инфекционных болезнях.

Нейтрофилия с резким регенеративным сдвигом характеризуется появлением юных и даже миелоцитов, повышения процента палочкоядерных нейтрофилов при значительном лейкоцитозе. Эта разновидность нейтрофилии встречается при тяжелых септических инфекциях и гнойно-воспалительных процессах, протекающих в организме с хорошей сопротивляемостью. Выраженная нейтрофилия с незначительным лейкоцитозом, сопровождает тяжелые септические инфекции при ослаблении сопротивляемости организма. Высокий нейтрофилез при уменьшении количества лейкоцитов свидетельствует о наличии тяжелой инфекции при плохой иммунной сопротивляемости организма.

Нейтрофилия дегенеративным сдвигом центра сегментоядерных форм при нормальном или пониженном числе палочкоядерных нейтрофилов, встречается после кровопотерь, у старых и истощенных животных.

Необходимо принимать во внимание изменение количества других форм лейкоцитов. Уменьшение числа нейтрофилов с появлением эозинофилов и увеличением числа лимфоцитов при умеренном лейкоцитозе указывает на благоприятное течение патологии. Если сдвиг ядра влево значителен при отсутствии эозинофилов, появляется лимфоцитопения такое состояние указывает на усиление болезненного процесса.

Нейтропения. Указывает на наличие функционального или органического угнетения гранулоцитопоза в костном мозге. Встречается на стадии выздоровления при инфекционных болезнях, алиментарной дистрофии, поражениях ионизирующей радиацией.

Лимфоцитоз бывает относительным, реже абсолютным. Лимфоцитоз при нормальном или повышенном количестве лейкоцитов в сочетании с нейтропенией сопровождает хронический туберкулез, бруцеллез, лимфолейкоз, сепсис, инфекционная анемия, пироплазмоз лошадей, чума свиней, сильные ожоги, стахиоботриотоксикоз, сахарный диабет, тиреотоксикоз, процесс выздоровления при острых инфекционных болезнях.

Лимфоцитоз при нормальном содержании эритроцитов рассматривается как благоприятный симптом.

Лимфоцитоз с пониженным содержанием эритроцитов рассматривается как неблагоприятный признак, указывающий на усиление интоксикации организма и снижение деятельности органов гемопоэза.

Лимфоцитопения бывает чаще относительной проявляясь при нейтрофильных лейкоцитозах. Встречается при сепсисе, ботулизме, кровопятнистой болезни, начальная стадия чумы свиней. Усиливающуюся лимфоцитопению с

лейкопенией рассматривается как неблагоприятный признак. Увеличение лимфоцитов, эозинофилов, моноцитов считают благоприятным симптомом.

Эозинофилия встречается при различных аллергических заболеваниях (крапивница, бронхиальная астма, сывороточная болезнь), при инвазиях (фасциолез, эхинококкоз, финноз, кокцидиоз), кожные заболевания паразитарного происхождения; отмечают эозинофилию в период выздоровления при воспалительных и инфекционных болезнях (на фоне снижения нейтрофилии), при микозах (стахиоботриотоксикоз), хроническая альвеолярная эмфизема легких, хронический бронхит, рожа свиней, миелолейкозе.

Эозинопения возникает при острых септических заболеваниях и интоксикациях, вирусных болезнях, уремии, пироплазмозе на терминальной стадии лимфолейкоза. При воспалительных и инфекционных болезнях эозинопения в сочетании с выраженной нейтрофилией (лейкоцитоз со сдвигом ядра влево) указывает на прогрессирование процесса и хорошую реакцию органов гемопоэза на патологический раздражитель. Эозинопения с лейкопенией (нейтропенией) или слабой нейтрофилией рассматривается как неблагоприятный признак. Уменьшение содержания эозинофилов до полного исчезновения служит неблагоприятным признаком при острых септических заболеваниях, а появление этих клеток рассматривается как благоприятный признак, и свидетельствует о переломе в течении болезни.

Моноцитоз наблюдают при нормальном или уменьшенном количестве лейкоцитов, реже при выраженном лейкоцитозе. Моноцитоз может быть при иммунизации животных, скрыто протекающих болезнях, при заболеваниях, вызванных слабовирулентным возбудителем, протозоозах (пироплазмоз, натталитоз, трипаносомоз), злокачественных новообразованиях, ретикулез, хроническая инфекционная анемия, туберкулез, листериоз, ботулизм, выздоровление при острых воспалительных и инфекционных болезнях, а также при хронических септических состояниях. Увеличение количества моноцитов при сдвиге ядра влево может указывать на скрыто протекающую хроническую инфекцию. При гематологическом контроле за развитием острых инфекций обнаружение моноцитоза в сочетании с нейтрофилией и лейкоцитозом рассматривается как благоприятный признак.

Моноцитопения встречается в первую фазу инфекционных и септических заболеваний. Отсутствие моноцитов при наличии выраженной нейтрофилии рассматривается как неблагоприятный признак.

Базофилия встречается нечасто. Наблюдается при миелолейкозе, гемофилии, гельминтозах (параллельно с эозинофилией), миоглобинурии (в фазу выздоровления), голодании, чуме свиней.

Плазматические клетки или клетки раздражения Тюрка. Величина этих клеток различна. Характерной особенностью их является интенсивно окрашенная темно-синий цвет протоплазма, часто с вакуолями без зернистости. Ядро круглое или овальное, эксцентрически расположено, интенсивно окрашивается вишневокрасный цвет; глыбки хроматина ядра колесовидно расположены. Ядро обычно окружено узким светлым, неокрашивающимся ободком.

Клетки Тюрка в норме почти не встречается. Плазмциты появляются при острых инфекциях, раздражении ретикуло-эндотелиальной системы, лейкозах, анемиях.

3.12. Физиологическая роль тромбоцитов

Тромбоциты образуются в красном костном мозге и являются отшнуровавшимися частичками протоплазмы гигантских клеток – мегакариоцитов. Мегакариоциты величиной до 40-50 микрон имеют ядро, которое состоит из скопления хроматина в виде кусков или глыб. Кольцеобразно, связанных между собой то тонкими, то более толстыми хроматиновыми мостиками. В ядре мегакариоцитов могут находиться многочисленные нуклеоли. Цитоплазма зрелых форм мегакариоцитов слабо базофильная, окрашивается в светло-голубой цвет и содержит в себе обильную азурофильную зернистость, которая скапливается или вокруг ядра, или на периферии. Подобное скопление зернистости создает впечатление своеобразных зон: в первом случае розовой вокруг ядра и голубой по периферии; во втором – розовой по периферии и голубой вокруг ядра.

У здоровых животных в периферической крови находятся только тромбоциты и в очень редких случаях при патологии могут встретиться мегакариоциты. Кровяные пластинки имеют круглую или овальную форму и составляют по величине от 2 до 4 микрон. Иногда тромбоциты могут достигать величины эритроцита и больше. У птиц тромбоциты овальные, содержат ядро, которое морфологически похоже на ядро лимфоцитов. Цитоплазма окрашивается в бледно-голубой цвет. Размер кровяных пластинок у птиц колеблется в пределах 4-6 на 6-10 микрон. Продолжительность жизни тромбоцитов 5-8 дней, они погибают главным образом в селезенке.

Тромбоциты обладают активным метаболизмом. Они содержат РНК, гликоген, полисахариды, липиды, различные ферменты, а также серотонин и гистамин. В тромбоцитах выявлено 49 ферментов, в том числе 13 из них принимают участие в свёртывании крови. Кроме того, тромбоциты содержат целый ряд факторов, предотвращающих свёртывание крови.

Кроме того, тромбоциты участвуют в защитных реакциях организма, прилипая к бактериям и паразитам. Захватывая токсины и микробы и транспортируя их в селезенку, а также, выделяя медиаторы воспалительных процессов, способны фагоцитировать комплексы антиген-антитело. Активированные тромбоциты секретируют амины и липиды, нейтральные и кислые гидролазы, которые участвуют в воспалительных процессах, а также в регулировании иммунитета.

3.13. Определение количества тромбоцитов

Для подсчёта тромбоцитов применяют метод Фонио, несколько видоизменённый Негели. На подготовленное для укола место на ушной раковине наносят стеклянной палочкой одну каплю 14% раствора сернокислой магнезии и через неё делают укол копьевидной иглой. Выступающую каплю крови, смешивают с раствором кончиком иглы или тонкой стеклянной палочкой. Затем делают обыкновенный мазок на предметном стекле, который высушивают, фиксируют и окрашивают по Романоскому-Гимза в течение 1-2 часов.

Мазок исследуют под микроскопом через иммерсионную систему. Подсчитывают кровяные пластинки с помощью окулярного окошечка Фонио, значительно суживающего поле зрения и облегчающего исследование. При подсчёте определяют, какое количество тромбоцитов приходится на 1000 эритроцитов.

В каждом поле зрения сначала подсчитывают все эритроциты, а затем кровяные пластинки, причём для более точного подсчёта лучше брать четыре разных участка мазка, так как при неравномерном распределении эритроцитов может быть допущена ошибка и в подсчёте кровяных пластинок. Запись эритроцитов и тромбоцитов производят отдельно.

Для лучшего выявления тромбоцитов мазки для их подсчёта следует готовить следующим способом. Заблаговременно смешивают 10 мл формалина и 150 мл 1% раствора хлористого натрия. Затем в пробирку вносят 5 мл этой жидкости и добавляют 2-3 мл крови, взятой из ярёмной вены или из другого сосуда. Осторожно перемешав содержимое пробирки и взяв оттуда одну каплю, наносят её на предметное стекло и наносят мазок. Мазок окрашивают по Романовскому – Гимза в течение полутора-двух часов. Исследуют мазок и вычисляют количество тромбоцитов по описанному выше методу.

Метод Хауке. В шприц на 1 мл набирают 0,5 мл 1-ного раствора трилона Б и 0,5 мл венозной крови, перемешивают и сразу переносят в силиконированную пробирку, которую закрывают пробкой. Перед подсчётом содержимое пробирки перемешивают и набирают в лейкоцитарный меланжер до метки «1»,

а до метки «11» - 1 -ный раствор оксалата аммония, тщательно перемешивают и выдерживают 20 минут (для гемолиза эритроцитов). Затем меланжер встряхивают 2-3 минуты, выпускают 3 капли смеси, а следующей каплей заряжают счётную камеру, ставят её на 10 минут во влажную камеру (чашка Петри с ваткой, смоченной водой), чтобы тромбоциты осели на дно камеры. Подсчитывают их в 5 больших квадратах, разделённых на 16 маленьких (объектив 40, окуляр 7, синий светофильтр). Найденное количество умножают на 1000 – это общее число тромбоцитов в 1 мкл крови.

Физиологическое увлечение количества тромбоцитов – *тромбоцитоз* – часто констатируют в первые дни жизни животного, при подъёме на высокие горы и при усиленной мышечной работе. Как патологический симптом тромбоцитоз бывает при сгущении крови, ожогах, асфиксии, травмах с размозжением мышечной ткани, ишемической болезни сердца, на стадии выздоровления при инфекционных болезнях и после хирургических операций, плеврите, мыте, раковой кахексии, пневмонии, гемоглобинемии, саркома, миелоидной лейкемии и др.

Уменьшение количества тромбоцитов – *тромбопения* – может быть при беременности, после приема противомикробных средств, диуретиков, антигистаминных препаратов. При большинстве бактериальных и вирусных инфекций, геморрагическом диатезе (скорбут), уремии, гипотериозе, воспалении кишечника, а также при гемофилии, инфекционной анемии лошадей, пироплазмозе, стахиботриотоксикозе, гипопластической и апластической анемии и при некоторых других заболеваниях. Тромбопения развивается также при отравлении бензолом, лучевой болезни (при действии рентгеновских лучей и радия в повышенных дозах). Определённое значение тромбопения приобретает при ранней диагностике А-авитаминоза, когда количество тромбоцитов в крови уменьшается значительно раньше, чем появляются другие признаки развивающегося А-авитаминоза.

3.14. Особенности определение количества форменных элементов крови у птиц

Вследствие того, что эритроциты и тромбоциты крови птиц содержат ядра, общепринятый способ определения количества форменных элементов у них неприменим. В крови птиц сначала определяют, пользуясь счётной камерой, общее число всех форменных элементов (эритроцитов + лейкоцитов + тромбо-

цитов) при разведении крови 1:100 или 1:200, а затем в окрашенной мазке подсчитывают, сколько на 1000 клеток приходится эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Определив это, подсчитывают количество отдельных видов клеток в 1 мм^3 крови.

Например, при подсчёте в камере в 1 мм^3 крови оказалось 3 400 000 форменных элементов. В окрашенной же мазке насчитано эритроцитов 980, лейкоцитов 8 и тромбоцитов 12, или в процентах: эритроцитов 98, лейкоцитов 0,8 и тромбоцитов 1,2.

3.15. Паразиты крови

Кровопаразитарные заболевания вызываются простейшими животными организмами, которые поражаются почти все виды животных. Паразиты обнаруживают в плазме крови (трипанозомозы) и внутри клеток (пироплазмоз, нутталлии).

Заболевания, вызываемые кровопаразитами из отряда Haemosporidiida, названы гемоспориидозами, а представители из семейства Piroplasmida – пироплазмозами. В группу пироплазмозов отнесены пироплазмозы, нутталлиоз, бабезиеллез и тейлериоз.

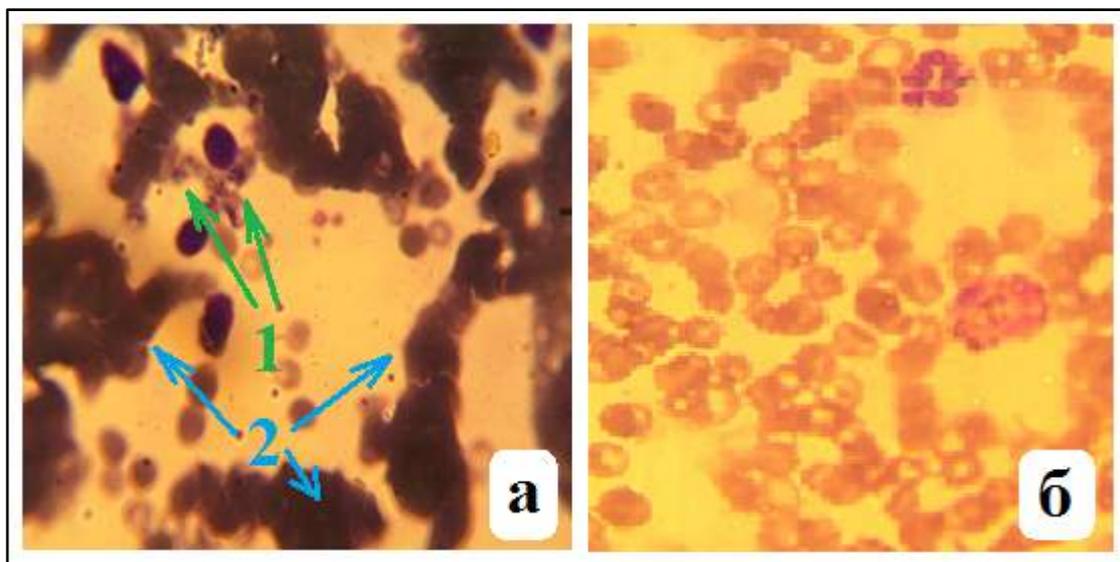


Рисунок 42. Кровь собаки при пироплазмозе:
а1- пироплазмы, а2 - «монетные столбики», б - олигохромемия

Пироплазмоз собак обнаруживают в окрашенных мазках крови (Рис. 42). В эритроцитах крови и вне обнаруживают возбудителя болезни, в виде овальных, грушевидных включений, окрашивающиеся по Гимза в фиолетовый цвет. Количество эритроцитов, гемоглобина уменьшается, с появлением аницитоза, олигоцитемии, базофильной зернистости и умеренной олигохромемии. Число лейкоцитов увеличивается вначале за счет нейтрофилов, а затем лимфоцитов.

Однако изменения картины крови не строго специфичен и стабилен для всех форм и стадий течения патологического процесса.

При пироплазмозе у крупного рогатого скота наряду с аналогичными изменениями красной крови, т.е. уменьшения количества эритроцитов и гемоглобина соответственно до 1 мм/мкл и 1,5-2,0 г%, увеличивается количество лейкоцитов и лимфоцитов, снижается число нейтрофилов со сдвигом ядра влево.

При пироплазмозе овец, коз, свиней признаки жесткой анемии с патологическими изменениями эритроцитов, а также нейтрофилия со сдвигом ядра влево.

Бабезиозы. Болеют крупный и мелкий рогатый скот, северные олени и свинья. Возбудители локализуются в крови, внутри эритроцитов. В результате чего, эритроциты разрушаются, развивается анемия, появляется резко выраженный лейкоцитоз. Костный мозг не успевает покрыть дефицит эритроцитов и в кровь поступают не зрелые их формы, появляются аницитоз и пойкилоцитоз, иногда полихроматофилия.

Бабезии размером 1,50-2,43 мкм, меньше радиуса эритроцитов, занимают в нем периферическое расположение. Форма может быть овальной, кольцевидной, амёбовидной, одиночной и парной грушевидной. Зараженность может достигать до 40%.

Нуталлиоз лошадей. Заболевание сопровождается значительными изменениями картины крови, которые выражаются в уменьшении количества эритроцитов и гемоглобина, увеличении количества лейкоцитов. В лейкоформуле нейтропения со сдвигом ядра влево, повышенный процент лимфоцитов и моноцитов. В мазках крови обнаруживают нормобласты и макроциты, аницитоз, пойкилоцитоз, эритроциты с тельцами Жолли.

Нуталлии имеют преимущественно кольцевидную, овальную, амёбовидную, крестообразную, реже грушевидную форму. Крестообразная форма считается типичной, она образуется после деления паразита на четыре и получила название «мальтийский крест». Зараженность эритроцитов нуталлиями при остром течении достигает 30-40%, при подостром 10-15%, при носительстве меньше 1%.

Тейлериоз. Морфологический состав крови изменяется постепенно. Возбудитель вначале размножается путем шизогонии (множественного деления) в близлежащих лимфоузлах и далее паренхиматозных органах, а затем внедряется в эритроциты.

По мере развития заболевания уменьшается количество содержания эритроцитов и гемоглобина. Наблюдается аницитоз, пойкилоцитоз, гипохромазия, полихромазия, появление телец Жолли, Кабот, и вакуолизация.

В эритроцитах тейлерии бывают овальной, грушевидной, запятовидной, палочковидной и гвоздиковидной формы с одним ядром.

Диагностическое значение имеет картина крови, а именно гиперэозинофилия (свыше 8% эозинофилов). Иногда обнаруживаются миелоциты и клетки Тюрка.

Паразитарные включения обнаруживаются в нейтрофилах – риккетсии - Ehrlichia.

Neorhaptosoon canis, кл. Sarcosida, встречается у собак и кошек. Паразитируют в циркулирующих нейтрофильных лейкоцитах.

Появление в крови большого количества юных форм и подозрение на бластные формы требуют уточнение диагноза путем проведения исследований костного мозга для исключения гранулоцитарной лейкемии.

Филярии собак, лошадей микроскопически обнаруживаются при исследовании мазков крови, а также в капле крови, помещенной без всякой обработки между предметным и покровными стеклышками (Рис. 43).

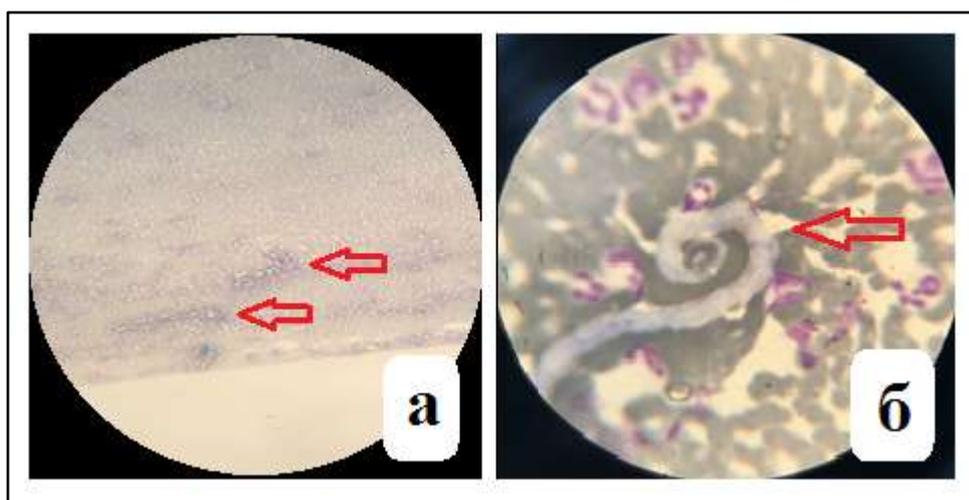


Рисунок 43. Кровопаразиты, обнаруженные в мазках крови собаки:
а) малое увеличение (объектив x8), б) большое увеличение (объектив x40)

3.16. Вопросы для контроля к разделу 3

1. Морфологические особенности клеток крови у животных (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов),
2. Количество, свойства, роль в организме.
3. Гемоглобин. Физиологическое значение и свойства гемоглобина.
4. Защитная функция крови. Понятие о клеточном и гуморальном иммунитете.
5. Как устроена камера Горяева?
6. Как производится подсчет эритроцитов и лейкоцитов в счетной камере?
7. Как производится разведение эритроцитов и лейкоцитов с использованием смесителя и пробирочным методом?
8. Что такое цветовой показатель, как производится его определение?
9. Что такое гипохромия, нормохромия, гиперхромия?
10. Классификации анемий.
11. Назовите основные принципы работы гемоанализаторов.
12. Назовите основные показатели периферической крови, определяемые гематологическими анализаторами.
13. Охарактеризуйте физиологические и физико-химическими свойствами эритроцитов.
14. Количественные и качественные изменения эритроцитов.
15. Характеристика эритроцитарных индексов.
16. Приготовление, фиксация мазков крови.
17. Что такое гемограмма? Этапы анализа гемограммы.
18. Что такое лейкоцитарная формула? Как рассчитать индекс сдвига?
19. Что такое гемолиз? Назовите его виды.
20. Каковы причины физиологического гемолиза?
21. Нейтрофилия с регенеративным и дегенеративным ядерным сдвигом.
22. Тромбоцитоз и тромбоцитопения.

АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ГЕМОГРАММ ПРИ ТИПОВЫХ НАРУШЕНИЯХ КРОВИ

Анализ гемограммы включает поэтапное изучение состояния системы эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов на основании оценки данных показателей периферической крови с целями:

- установления типа нарушений системы эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов (наличия анемии, эритроцитоза, лейкоцитоза, лейкопении, лейкоза, тромбоцитоза, тромбоцитопении);
- установления каждого отдельного вида таких нарушений (вида анемии по одному или нескольким из пяти известных критериев; вида лейкоцитоза и лейкопении – по типу лейкоцитов, их абсолютному содержанию; лейкоза – на основании типирования бластов), что становится возможным при условии знания их этиологии, патогенеза, особенностей картины крови, костного мозга, а также отдельных гематологических симптомов и признаков, как-то: абсолютный и относительный лейкоцитозы и лейкопении, агранулоцитозы, костномозговая недостаточность, сдвиги лейкоцитарной формулы и индекс ядерного сдвига нейтрофилов, лейкомоидные реакции и т.п.;
- распознавания определенных нозологических форм патологии крови;
- предположения характера заболевания и процессов, при которых имеют место установленные гематологические нарушения и их прогнозе.

Соответственно поставленным задачам строится заключение, являющееся окончательным этапом анализа гемограммы. В результате сформулированное заключение в ряде случаев является важным структурным звеном клинического диагноза заболеваний системы крови или имеет определенное диагностическое и прогностическое значение при оценке состояния больного, имеющего вторичные изменения показателей крови. Проведенный таким образом патофизиологический анализ гемограммы способствует правильному выбору этиопатогенетической коррекции выявленных гематологических нарушений.

Оценка нарушений в системе эритроцитов

- Оценить содержание гемоглобина и эритроцитов в единице объема крови с целью обнаружения анемии или эритроцитоза.
- Вычислить ЦП, MCV, MCH, MCHC (на основании данных НСТ, Нб/л, Эр/л) и оценить эти показатели.
- При выявлении анемии дать ей характеристику, используя следующие критерии:
 - *цветовой показатель* (ЦП), среднее содержание и средняя концен-

трация Hb в эритроците (МСН, МСНС) – основания для заключения о нормо-, гипо-, гиперхромной анемиях;

– *размер эритроцитов*: MCV - средний диаметр эритроцитов; RDW - показатель анизоцитоза; сдвиги кривой Прайс-Джонса влево и вправо – основания для заключения о нормо-, микро-, макроцитарной анемиях;

– *типы эритропоэза* – нормобластический, мегалобластический; соответственно, анемии нормобластические, мегалобластические;

– *уровень регенеративной активности костного мозга* (% содержание ретикулоцитов и наличие в мазке крови регенеративных или дегенеративных форм эритроцитов) – основания для заключения о наличии регенераторной, гипорегенераторной, гиперрегенераторной, арегенераторной анемий;

– *этиопатогенез анемий*, что является основанием для заключения о соответствующем виде анемий: постгеморрагической, гемолитической, дизэритропоэтической.

- При выявлении эритроцитоза предположить его вид – первичный или вторичный, абсолютный или относительный.

- Дать патогенетическую оценку показателя СОЭ.

Оценка нарушений в системе лейкоцитов

- Оценить количественные нарушения суммарного содержания лейкоцитов (лейкоцитоз, лейкопения).

- Проанализировать лейкоцитарную формулу:

- выявить отклонения от нормы процентного содержания отдельных видов лейкоцитов для установления вида относительного лейкоцитоза или относительной лейкопении;

- определить и оценить абсолютное содержание в крови отдельных видов лейкоцитов, в первую очередь тех, чье процентное содержание отличается от нормы. С этой целью вычислить процентное содержание указанного в лейкограмме вида клеток от суммарного количества лейкоцитов. Установить отклонение от нормы полученных результатов абсолютного содержания лейкоцитов и определить вид абсолютного лейкоцитоза или лейкопении.

- Определить относительное и абсолютное содержание нейтрофилов:

- установить наличие относительной нейтрофилии/нейтропении, для чего суммировать процентное содержание созревающих, т.е. несегментированных (миелоцитов, метамиелоцитов, палочкоядерных) и сегментоядерных нейтрофилов;

- установить наличие абсолютной нейтрофилии/нейтропении, для чего вычислить полученный суммарный процент несегментированных и сегмен-

тоядерных нейтрофилов от количества лейкоцитов;

- Выявить *наличие* соответствующего вида ядерного сдвига нейтрофилов:

- для выявления наличия ядерного сдвига нейтрофилов влево требуется установить изменения % содержания несегментированных нейтрофилов: увеличение палочкоядерных, появление значимого % юных и/или миелоцитов;

- для выявления наличия ядерного сдвига нейтрофилов вправо требуется установить, есть ли уменьшение % содержания палочкоядерных (от 1% до 0% при отсутствии метамиелоцитов и миелоцитов) или полное отсутствие несегментированных нейтрофилов на фоне абсолютной нейтропении и панцитопении в гемограмме при обязательном наличии в крови во всех случаях гиперсегментированных нейтрофилов, являющихся качественным признаком сдвига лейкоцитарной формулы вправо;

- при наличии ядерного сдвига нейтрофилов (влево или вправо) вычислить и оценить ИЯС нейтрофилов, достоверно отражающий направленность сдвига лейкоцитарной формулы влево или вправо ($<0,05 \rightarrow$ вправо, $> 0,1 \rightarrow$ влево);

- руководствуясь значениями % содержания несегментированных нейтрофилов, установить имеющуюся *разновидность* ядерных сдвигов нейтрофилов влево: регенеративный, гипорегенеративный, гиперрегенеративный, дегенеративный, регенеративно-дегенеративный; при этом принимая во внимание наличие или отсутствие в крови дегенеративных форм нейтрофилов, а также общее число лейкоцитов и наличие/отсутствии в гемограмме абсолютной нейтрофилии.

- Установить наличие лейкомоидной реакции и определить ее *тип* (миелоидный или лимфоидный) и *вид*:

- миелоидный тип лейкомоидной реакции характеризуется наличием в крови значительного количества нейтрофильных миелоцитов (промиелоцитов, иногда с появлением нормальных неопухолевых миелобластов), метамиелоцитов, палочкоядерных нейтрофилов на фоне чрезмерно выраженного лейкоцитоза (соответственно миелоцитарный, промиелоцитарный, нейтрофильный виды), наличием чрезмерно выраженной («большой») эозинофилии (эозинофильный вид), значительно выраженного моноцитоза (моноцитарные лейкомоидные реакции);

- лимфоидный тип лейкомоидной реакции характеризуется высоким абсолютным лимфоцитозом (типичной или атипичной морфологии) иногда с появлением лимфо-, иммунобластов; плазмоцитозом, изредка с появлением плазмобластов.

- Установить *наличие* агранулоцитоза, его *вид* (иммунный, миелоток-

сический):

– значительное снижение суммарного числа лейкоцитов ($\leq 1,0 \times 10^9/\text{л}$) и абсолютного содержания нейтрофилов ($< 0,75 \times 10^9/\text{л}$) указывают на агранулоцитоз;

– агранулоцитоз без вовлечения в процесс эритроцитарного и тромбоцитарного ростков (отсутствие анемии и тромбоцитопении), с наличием положительной пробы Кумбса (тест на содержание аутоантител в крови) указывают на *иммунный агранулоцитоз*;

– агранулоцитоз с выраженными анемией и тромбоцитопенией – основание для предположения о *миелотоксическом* его генезе (вследствие поражения стволовых клеток), для подтверждения которого необходимо исследование костного мозга.

- Установить наличие и степень выраженности костномозговой недостаточности, проявляющейся тяжелыми панцитопениями в форме апластической анемии, миелотоксического агранулоцитоза, панмиелофтиза; указать их гематологические признаки. С этой целью оценить содержание в крови эритроцитов, ретикулоцитов, лейкоцитов, нейтрофилов, тромбоцитов, крайняя степень снижения которых – критерий костномозговой недостаточности.

- Установить наличие *панцитоза* (эритроцитоз + лейкоцитоз + тромбоцитоз), характерного для первичного эритроцитоза, т.е. истинной полицитемии (хронического злокачественного миелопролиферативного заболевания).

- Обратить внимание на имеющиеся в мазке дегенеративные формы лейкоцитов, главным образом, нейтрофилов (с токсической зернистостью; тельцами Князькова-Деле; с кольцеобразными, гипо- и гиперсегментированными ядрами). Указать диагностическое и прогностическое значения их появления в крови.

Оценка количественных нарушений тромбоцитов

- Тромбоцитозы, тромбоцитопении, тромбоцитемия.

При выявлении одного из этих нарушений дать их этиопатогенетическую характеристику.

ПРИНЦИПЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИММУНОГРАММЫ

1. При интерпретации иммунограммы (лейкограммы) врач должен опираться лишь на резкие изменения значений тех или иных показателей. Слабые сдвиги сами по себе малоинформативны.

2. Изменение одного показателя менее информативно, чем изменения одновременно нескольких параметров. Здесь важно понимать, что если слабые изменения одного показателя малоинформативны, то слабые изменения нескольких показателей уже несут существенную информацию.

3. Анализ иммунограммы в динамике заболевания дает больше информации, чем однократное обследование. Поскольку мы (зачастую) не знаем индивидуальной «нормы» иммунограммы животного, то серия последовательных определений иммунограммы поможет отчасти восполнить этот пробел и избежать ошибочной трактовки результатов анализа.

4. Интерпритация иммунограммы должна всегда проводиться в комплексе с анализом клинической картины заболевания.

5. При составлении заключения опираться не на лабораторные данные, а на клинический статус больного животного.

6. В постановке диагноза и в установлении прогноза течения процесса иммунограмма имеет не абсолютное, а лишь совещательное, помогающее, направляющее мысли врача в то или иное русло.

Для интерпритации иммунограммы в клинике гораздо чаще большее значение имеет соотношение лейкоцитов разных типов, их популяций и субпопуляций, нежели абсолютное содержание этих клеток в объеме крови. Действительно, обычно при воспалении количество лейкоцитов в крови растет, но при интенсивных воспалительных реакциях оно может не претерпевать существенных изменений. В то же время соотношение лейкоцитов разных типов (особенно их популяций и субпопуляций), а также леток разной степени зрелости при нормально текущем воспалении изменяется всегда, что и является основой для анализа течения процесса по лейкограмме.

Система иммунитета многокомпонентна, но все компоненты взаимосвязаны и сбалансированы. Качественное изменение функционирования иммунной системы проявляется, прежде всего, в изменении баланса между её компонентами, а затем уже (хотя вовсе и не обязательно) может приводить к качественным изменениям компонентов, причем чаще к несильным, чем резким, легко обнаруживаемым.

СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК

А

Агглютинация (лат. agglutinatio слипание, прилипание) – склеивание антигенных веществ, частиц, клеток (эритроцитов) между собой в кучки и их оседание (седиментация, от лат. sedimentatio) под воздействием агглютининов или антител; склеивание и выпадение в осадок агглютинтующие чужеродные белки бактерий, эритроцитов, лейкоцитов с адсорбированными на них антигенами и антителами.

Агглютинины – особые химические соединения, антитела содержатся в плазме крови, вызывают склеивание (агглютинацию) эритроцитов или бактерий. В системе АВ0 различают два вида агглютининов, которые обозначаются буквами греческого алфавита « α » и « β ».

АГК – альбумин-глобулиновый коэффициент, соотношение между альбуминами и глобулинами плазмы (сыворотки) крови, соотношение А/Г.

Агранулоцитоз — клинико-иммунологический синдром, характеризующийся резким снижением или полным исчезновением гранулоцитов в крови.

Агранулоциты (agranulocytus а нет + лат. granulum от granum зерно) – белые клетки крови (лейкоциты), цитоплазма которых не содержит зернышек, гранул. К ним относятся моноциты, лимфоциты.

Агрегация (лат. aggregatio присоединение) – объединение частиц в одно целое за счет физических сил сцепления, напр., при СОЭ; способность клеток «узнавать» друг друга по свойствам своих поверхностей.

Алкалоз – смещение активной реакции крови (рН) в сторону щелочности, встречается при удалении из организма углекислого газа (газовый алкалоз) или при увеличении резервной щелочности (метаболический алкалоз).

Альбумины крови – общее название водорастворимых белков, часть белков плазмы крови, образуются в печени, выполняют разнообразные функции: поддержание онкотического давления и обеспечение вязкости, транспорт Ca^{2+} и липофильных вещества, буферная, трофическая, принимают участие в свертывании крови. Количество в крови 35–40 г/л.

Альфа-глобулины – фракция глобулинов в плазме крови.

Анемия (anaemia, греч. an – нет, отсутствие + haima кровь) – состояние организма, характеризующееся снижением содержания гемоглобина в единице объ-

ема крови, часто с одновременным снижением количества эритроцитов. *Анемия апластическая* — заболевание кроветворной системы, характеризующееся депрессией кроветворения (сокращением всех трех кроветворных ростков костного мозга), развитием панцитопении и жировым перерождением костного мозга. *Анемия гемолитическая* — наследственное или приобретенное заболевание, характеризующееся повышенным внутриклеточным или внутрисосудистым разрушением эритроцитов. *Анемия железodefицитная* — анемия, обусловленная нехваткой железа в организме (истощением запасов железа в органах-депо), что ведет к нарушению синтеза гемоглобина и снижению содержания гемоглобина в эритроцитах. *Анемия мегалобластная* — анемия, обусловленная дефицитом витамина В₁₂ или фолиевой кислоты, что приводит к нарушению синтеза ДНК, развитию мегалобластного эритропоэза.

Анизоцитоз эритроцитов – наличие в периферической крови большего количества разной величины эритроцитов.

Анизоцитоз тромбоцитов (PDW, platelet distribution width) — довольно редкое расстройство. Показатель PDW характеризует уровень отклонения объемов форменных частиц крови от средних величин, которые в норме составляют 14 – 18 %.

Антигены – высокомолекулярные полимеры естественного или искусственного происхождения, которые несут признаки генетически чужеродной информации. Организм реагирует на антигены образованием специфических антител.

Антикоагулянты – органические или неорганические вещества, препятствующие свертыванию крови, например, гепарин, герудин, простаглицлины. Различают антикоагулянты прямого действия, оказывающие влияние непосредственно на процесс свертывания крови, и антикоагулянты непрямого действия, которые угнетают образование веществ, участвующих в процессе свертывания. Также подразделяются на первичные, синтезируемые в организме в норме и вторичные, образующиеся в процессе свертывания крови и фибринолиза.

Антитела – особые химические соединения, вырабатываемые организмом в ответ на поступление антигенов, инородных веществ, циркулирующие в плазме крови и способные специфически взаимодействовать с этим антигенами, разрушая или обезвреживая их. Роль антител выполняют белки иммуноглобулины, они находятся в плазме крови.

Антитоксины – вещества крови, нейтрализующие ядовитые продукты, которые образуются в организме.

Антитромбины – общее название группы веществ, находящихся в плазме крови, которые инактивируют и разрушают тромбин, являются его антагонистами, входят в антисвертывающую систему крови.

Антитромбокиназа – фермент антисвертывающей системы крови, антагонист тромбокиназы.

Антитромбопластины – факторы антисвертывающей системы крови (антикефалины, липоидный ингибитор), предотвращающие образование активной тромбопластина (плазмы крови или тканей).

Аппарат Панченкова (прибор Панченкова, СОЭ-метр) – прибор для определения скорости оседания эритроцитов, СОЭ. Представляет собой пластиковый штатив с гнездами для установки 20 капилляров.

Асептика – комплекс приемов, мер, предохраняющих организм от проникновения микроорганизмов, напр., при получении проб крови, экспериментах.

Ацидоз (acidosis, лат. acidum – кислота, acidus – кислый) – форма нарушения кислотно-щелочного равновесия в организме, характеризует сдвиг соотношения между анионами кислот и катионами оснований в кислую сторону; выделяют метаболический, дыхательный, компенсированный и некомпенсированный ацидоз. *Ацидоз метаболический* — сдвиг рН крови в кислую сторону вследствие падения уровня бикарбонатов во внеклеточной жидкости. *Ацидоз респираторный* — сдвиг рН крови в кислую сторону вследствие повышения парциального давления СО₂ в артериальной крови. *Ацидоз компенсированный* – снижение кислотно-щелочного равновесия без сдвига реакции крови (рН) в кислую сторону. *Ацидоз некомпенсированный* – полное использование щелочного резерва крови, при котором происходит накопление кислотных эквивалентов и смещение реакции крови в кислую сторону.

Б

Базофил (BAS) – гранулоцит базофильный, полиморфноядерная клетка крови с зернистой цитоплазмой, синтезирует гепарин, гистамин, принимает участие в воспалительных и аллергических реакциях замедленного и немедленного (реакции анафилактического шока) типов; гранулы окрашиваются основными красителями. Составляет 0–0,5 % всех лейкоцитов.

Базофилия – повышенное содержание базофилов в крови – базофильный лейкоцитоз.

Белки плазмы крови (альбумины, глобулины, фибриноген), функции белков плазмы: участвуют в поддержании оптимальной вязкости крови, онкотического давления и водного баланса организма, регуляции кислотно-щелочного равновесия (рН) организма; являются переносчиками гормонов, витаминов, пигментов, микроэлементов, липидов, участвуют в свертывании крови (фибриноген), в защитных функциях организма; они являются факторами специфического и неспецифического иммунитета, служат резервом для построения тканевых белков. Белки обеспечивают буферные свойства крови, так как обладают амфотерными свойствами: с кислотами вступают в реакции как основания, а с основаниями – как кислоты.

Белковый буфер плазмы крови представлен основной солью и слабой кислотой в виде аминокислотных остатков, способствует поддержанию постоянства кислотно-щелочного равновесия (рН) вместе с другими буферными системами крови.

Бикарбонатная буферная система – основная буферная система плазмы крови, ее буферные свойства основаны на замене сильной кислоты слабой, при диссоциации которой образуется меньше ионов H^+ и слабее проявляется действие; запас бикарбонатов плазмы крови, способных нейтрализовать поступающие в кровь кислые продукты, называют щелочным резервом. Бикарбонатный буфер представлен $NaHCO_3$ ($KHCO_3$) – щелочная соль и H_2CO_3 – кислота; на долю данной системы приходится до 20 % буферной емкости всей крови.

Буферные системы крови – комплекс химических соединений, содержащихся в крови и обеспечивающих постоянство рН крови – кислотно-щелочное равновесие. Буферные системы крови: карбонатная буферная система (H_2CO_3 – $NaHCO_3$); фосфатная буферная система (NaH_2PO_4 – Na_2HPO_4); буферная система белков плазмы (белки обладают амфотерными свойствами); буферная система гемоглобина (состоит из восстановленного гемоглобина и его калиевой соли).

В

Внутренняя среда организма – совокупность жидкостей организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость), принимающих участие в обмене веществ и поддержании гомеостаза.

Водно-солевой баланс – соотношение между количеством поступивших и выведенных из организма воды и солей.

Водородный показатель (рН, power Hydrogen – сила водорода) – количественная мера активной щелочности или кислотности, численно равная отрицательному десятичному логарифму концентрации водородных ионов.

В-лимфоциты — клетки лимфоцитарного ряда, образующиеся из стволовых клеток костного мозга в эмбриональной печени, а у взрослых животных — в костном мозге и обеспечивающие гуморальный иммунитет.

Время свертывания крови – показатель активности механизмов свертывания крови, равный времени от момента контакта крови с чужеродной поверхностью до формирования сгустка (переход коллоидного состояния фибриногена из золя в гель и последующий синерезис гелевых цепей), показатель активности механизмов гемостаза.

Вязкость – свойство жидкости оказывать сопротивление при перемещении одной части относительно другой.

Вязкость крови – одно из физико-химических свойств крови, обусловленное внутренним трением. Вязкость связана с наличием белков, зависит от состояния организма, состава крови, внутреннего сцепления плазмы, содержания гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, оказывает влияние на текучесть крови в сосудах, особенно в капиллярах, микроциркуляцию крови. Увеличение гематокрита сопровождается возрастанием вязкости крови.

Г

Газы крови – растворенные или химически связанные газообразные вещества, содержащиеся в крови (плазме и форменных элементах).

Гамма-глобулины – фракция глобулиновых белков плазмы крови, характеризующиеся специфической подвижностью при разделении методом электрофореза. Важнейшими гамма-глобулинами являются иммуноглобулины – белки специфического гуморального иммунитета, антитела.

Гем – небелковая пигментная простатическая группа гемоглобина, содержащая атом железа, который способен присоединять и отдавать молекулы кислорода, не меняя своей валентности.

Гемагглютинация – слипание, склеивание эритроцитов.

Гематин – окисленная форма гемоглобина, обуславливающая его красящее свойство.

Гематогенный (haematogenesis, от греч. haima кровь + genesis происходящий) – кроветворный, кровеобразующий, происходящий из крови, находящийся в крови, распространяющийся током крови.

Гематокрит (HCT, hematocrit) – объёмная фракция эритроцитов в цельной крови (соотношение объемов форменных элементов крови к плазме).

Гематология (haematologia) – наука о крови и кроветворных органах, их структуре и функциях при нормальном и патологическом состояниях животного организма; разделяют на теоретическую и прикладную (клиническую) отрасли.

Гематопоз (haematopoiesis) – возникновение и развитие форменных элементов крови и плазмы; гемопоэз.

Гематурия – наличие крови или эритроцитов в моче, признак нарушения механизма фильтрации, образования первичной мочи, болезней мочевыводящих органов.

Гемин – соединение, образующееся после воздействия на гемоглобин соляной кислотой; железо находится в 3-валентной форме; гематин солянокислый.

Гемоглобин (HGB) (haemoglobinum, от греч. haima кровь + лат. globus шарик, кровяное тельце) – сложный белок, содержит 4 полипептидные цепи, свернутые в компактную глобулу и 4 простатические группы гема; основная функция – перенос газов кровью; содержится в эритроцитах, около 30 % (в сухой массе – 90 %). Гемоглобин виды: физиологические соединения: **оксигемоглобин (HbO₂)** - гемоглобин присоединивший кислород), восстановленный или дезоксигемоглобин (гемоглобин отдавший кислород), карбогемоглобин (соединение гемоглобина с углекислотой). Патологические соединения: **карбоксигемоглобин (HbCO)** - соединение гемоглобина с угарным газом, сродство железа гема к CO превышает таковое к O₂), **метгемоглобин (MetHb)** - соединение, которое образуется под воздействием сильных окислителей (ферицианид, анилин, бертолетова соль). Железо гема превращается в трехвалентное).

Гемоглобинемия – повышенное содержание свободного гемоглобина в крови.

Гемоглобиновая буферная система составляет свыше 70 % буферной емкости крови, где восстановленный гемоглобин представляет слабую кислоту, а окисленный – усиливает щелочные свойства вещества.

Гемограмма – совокупность результатов качественного и количественного исследования крови, отражает содержание форменных элементов крови.

Гемодинамика (haemodynamica, от греч. haima кровь + dynamic сила, движение) – учение о причинах, условиях и механизмах движения крови в сосудистой системе основано на физических законах гидродинамики.

Гемолиз (haemolys, от греч. haima кровь + lysis растворение) – разрушение эритроцитов путем растворения мембраны с выходом гемоглобина в окружающую среду; по гемолизу определяют осмотическую устойчивость эритроцитов, см. Виды гемолиза: осмотический (коллоидно-осмотический) гемолиз (наблюдается при помещении эритроцитов в гипотонические растворы), химический гемолиз (происходит под влиянием веществ, разрушающих белково-липидную оболочку эритроцитов), механический гемолиз (при сильных механических воздействиях), термический гемолиз (наблюдается при замораживании и размораживании крови), биологический гемолиз (развивается при переливании несовместимой крови, при укусах змей).

Гемолизины – вещества, вызывающие разрушение эритроцитов и освобождение гемоглобина.

Гемометр – прибор для количественного определения гемоглобина методом колориметрии; гемоглобинометр.

Гемопоз – процесс образования, дифференциации, специализации, интеграции, формирования, созревания (роста и развития) клеток крови, составляет основу теоретической гематологии; кроветворение, см. Различают эритропоз (образование эритроцитов), лейкопоз (образование лейкоцитов), тромбоцитопоз (образование тромбоцитов). Происходит в красном костном мозге, лимфатических узлах, селезенке.

Гемопозтины – вещества, стимулирующие кроветворение.

Геморрагический (haemorrhagicus, от греч. haimorrhagia кровотечение) – обусловленный кровью, приводящий к кровотечению, кровоточивый, кровавый.

Гемосидерин – продукт, образующийся при распаде гемоглобина, содержит остаток железа со специфическими белками крови, служит резервом железа в печени, селезенке, слизистой оболочке тонких кишок.

Гемостаз (haemostasis, от греч. haima кровь + stasis стояние, стоять, застой) – сложная биологическая система приспособительных реакций, обеспечивающая сохранение жидкого состояния крови в сосудистом русле и остановку кровотечений из поврежденных сосудов путем тромбирования.

Гемотрансфузия (haemotransfusio) – переливание крови.

Гепарин – естественный противосвертывающий фактор крови, препятствует превращению протромбина в тромбин, фибриногена в фибрин, уменьшает активность тромбина, синтезируется тучными клетками, печенью и другими органами.

Гипергликемия – повышенное содержание сахара в крови.

Гиперкапния – накопление углекислоты в крови или органах.

Гипероксиемия (гипероксия) – повышенное содержание кислорода в крови.

Гипертонический раствор – раствор, осмотическое давление которого выше нормального осмотического давления плазмы крови.

Гиперхромия – содержание повышенного количества гемоглобина в крови, интенсивное окрашивание эритроцитов, цветовой показатель превышает 1 (единицу); гиперхромазия.

Гипогликемия – снижение уровня сахара в крови, при этом прекращается проникновение глюкозы в клетку, что ведет к снижению функций клеток, особенно ЦНС, где глюкоза используется в качестве основного источника энергии.

Гипокапния – состояние организма, вызванное пониженным содержанием углекислоты в артериальной крови, что снижает возбудимость дыхательного центра.

Гипоксемия – состояние организма, вызванное снижением степени насыщения крови кислородом.

Гипоксия – состояние организма, которое возникает при недостаточном снабжении тканей кислородом или нарушением его утилизации при окислении веществ, кислородное голодание организма.

Гипотонический раствор – раствор, осмотическое давление которого ниже осмотического давления плазмы крови (743 кПа или 7,3 атм.), концентрация натрия хлорида в растворе ниже 0,93 %.

Гипохромия – пониженное содержание гемоглобина в эритроцитах, эритроциты окрашены слабо, цветовой показатель ниже 0,8.

Гистамин – производное гистидина, обладает сильным биологическим действием, один из медиаторов, участвует в регуляции обменных реакций в организме, стимулирует секрецию желудочного сока.

Гистогематический барьер – общее название физиологических механизмов между кровью и тканевой жидкостью, регулирующих обмен веществ между кровью и тканями, обеспечивая постоянство состава и физико-химические свойства тканевой жидкости, задерживает переход в нее чужеродных веществ из крови.

Гистиоциты (hysteocytes, от hysto ткань + cytus клетка) – особые большие клетки, в которые превращаются моноциты в тканях, макрофаги.

Гликемия (glycaemia, от греч. glycos сладкий + haima кровь) – содержание глюкозы в крови. Норма – 590–1080 мг или 3,3–6,0 ммоль/л., ммоль/л.

Глобулины – общее название белков, растворимых в слабых растворах солей, кислот и щелочей и не растворимых в воде; составляют 40–60 % белков плазмы крови, состоят из α -, β -, γ -фракций.

Глюкоза – моносахарид, один из основных источников энергии в животном организме; виноградный сахар, D-глюкоза.

Гомеостаз (homeostasis, от греч. homoios подобный + stasis – состояние, неподвижность) – относительное динамическое постоянство внутренней среды организма; устойчивость физиологических функций; способность биологических систем противостоять воздействиям и сохранять постоянство выполнения определенных функций.

Горяева счетная камера – прибор для подсчета количеств форменных элементов крови, сперматозоидов в сперме, микроорганизмов в содержимом преджелудков (рубце) жвачных, сетка камеры Горяева имеет стандартный объем.

Градиент физиологический – величина, отражающая изменение какого-либо показателя функции в зависимости от другой величины; напр., градиент парциального давления – разность парциальных давлений, определяющая диффузию газов из альвеол (ацинусов) в кровь и из крови в межклеточную, межтканевую жидкость кислорода, а из тканей в кровь – углекислого газа.

Гранулоциты (GRA, GRAN) – лейкоциты, в цитоплазме которых выявляется зернистость при окрашивании, включают эозинофилы, базофилы, нейтрофилы.

Гранулоцитопоз – процесс образования, роста, развития, созревания гранулоцитов в организме.

Гуморальный (humoralis, от лат. humor - жидкость, влага) – относящийся к жидкости в организме, осуществляющий регуляцию функций через жидкие среды: кровь, лимфу, тканевую, межклеточную и внутриклеточную жидкости.

Гуморальные факторы – биологически-активные вещества (БАВ) различных тканей и органов, образовавшиеся в организме и действующие опосредованно через жидкие среды: кровь, лимфу.

Д

Давление осмотическое – сила, обусловленная движением растворителя через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный.

Давление онкотическое – часть осмотического давления, обусловленная белками, содержащимися в жидкостях; оно препятствует выходу воды через мембрану и способствует реабсорбции из тканей.

Давление парциальное – часть общего давления газовой смеси, приходящегося на долю того или иного газа данной смеси.

Дегидратация – высушивание, высыхание, обезвоживание.

Деструкция (разрушение эритроцитов) - происходит через 120 дней в результате физиологического старения.

Депозит (от франц. depot склад, хранилище) – запасы того или иного вещества в организме, которые расходуются при недостатке его поступления, при повышении метаболизма, а также временно исключенные из общего обмена какого-либо вещества, напр., депозит крови – кровь, находящаяся в органах в изоляции от общего кровотока, у животных может составлять до 50 % общего объема.

Дефибринированная кровь – кровь, из которой удален фибрин; не свернувшаяся кровь.

Дефибринированная плазма – плазма, из которой удален фибрин; сыворотка.

Донор – животное, от которого получают кровь для переливания другому, для приготовления сывороток, а также зиготы, эмбрионы, органы, ткани для трансплантации другому животному – реципиенту.

И

Изоантиген – групповые факторы крови, антигены, идентичные для всех животных данного вида, находятся на поверхности эритроцитов, лейкоцитов кро-

ви; состоят: 85 % углеводов, что обеспечивает антигенную специфичность, и 15 % аминокислот; по совокупности генетических признаков у животных выделены группы А, В, С, D, E, F и т. д.; агглютининогены.

Изоантитела – см. антитела к изоантигенам.

Изотонические растворы – растворы, осмотическое давление которых такое же, как у плазмы крови.

Иммунизация – введение вакцин (анатоксинов) животным продуцентам с целью получения от них иммунных сывороток.

Иммунитет (лат. *immunitas* освобождение, избавление от чего-л.) – невосприимчивость организма к возбудителям инфекционных болезней и веществам, обладающих антигенными свойствами, то есть способность организма защищаться от генетически чужеродных тел и веществ; различают клеточный и гуморальный, врожденный и приобретенный, активный и пассивный.

Иммунитет активный – ответная реакция организма путем приобретения клеточного или гуморального иммунитета на парентеральное введение антигена: вакцины из ослабленных или убитых микроорганизмов, после переболевания инфекционной болезнью.

Иммунитет гуморальный – иммунитет, обусловленный наличием антител в жидкостях организма; обеспечивается активностью В-лимфоцитов.

Иммунитет клеточный – иммунитет, обусловленный активностью Т-лимфоцитов, фагоцитов.

Иммунитет колостральный – форма иммунитета новорожденных животных; возникает за счет иммуноглобулинов матери, передаваемых через молозиво (*colostrum*); молекулы глобулинов не разрушаясь, проходят через стенку кишок новорожденных из-за наличия ингибитора протеолитических ферментов пищеварительных соков детеныша; ингибитор содержится в молозиве; интенсивность всасывания со временем снижается: снижение количества иммуноглобулинов происходит в течение 10–14 дней.

Иммунитет пассивный возникает при передаче антител в форме антисывороток или иммуноглобулинов от иммунизированного донора, от матери через плаценту или молозиво; Иммунитет колостральный.

Иммунный – невосприимчивый, обладающий иммунитетом, вызывающий иммунитет.

Иммуногенность – способность веществ вызывать специфический иммунный ответ с развитием иммунитета.

Иммуноглобулины – класс белков сыворотки крови, обладающий активностью антител; синтезируется лимфатическими клетками; участвует в создании иммунитета; выделяют иммуноглобулины: Ig A, Ig D, Ig E, Ig I, Ig M.

Иммунодепрессанты – средства, вещества, угнетающие иммунологические реакции организма; цитостатики.

Иммунологическая память – способность иммунной системы организма отвечать специфическими реакциями на повторные введения антигена, проявляется ускорением или усилением ответа на антиген; выделяют кратковременную, долговременную и пожизненную; носителем являются долгоживущие сенсibilизированные лимфоциты.

Иммунологическая толерантность (лат. *tolerantia* – терпение) – ареактивность собственных и посторонних клеток организма в отношении некоторых антигенов (прежде всего собственных) в определенных условиях; обеспечивается антителами и сенсibilизированными Т-лимфоцитами, иммунологической памятью.

Иммуномодуляторы – вещества, изменяющие иммунологический ответ путем прямого или косвенного воздействия на клетки иммунной системы и продукты их жизнедеятельности.

Иммуностимуляторы – вещества, стимулирующие выработку иммунитета или угнетающие иммунодепрессивное состояние.

К

Карбоксигемоглобин – соединение гемоглобина с окисью углерода, гемоглобин при этом не участвует в переносе кислорода.

Карбонатная буферная система крови представлена смесью угольной кислоты и ее солей – бикарбонатов натрия и калия.

Кислородная емкость крови – максимальное количество кислорода, которое может быть связано 100 мл крови при полном переходе гемоглобина в оксигемоглобин; в среднем у животных составляет 14,2–19,8 об%.

Кислотно-щелочное равновесие – относительное постоянство содержания водородного показателя, рН внутренней среды организма; обеспечивается совме-

ственным действием буферных систем, выделительных органов; кислотно-основной баланс.

Коагулянты – вещества, усиливающие свертывание крови: тромбин, фибриноген, викасол; свертывающие кровь.

Коагуляция – соединение частиц в дисперсных системах с образованием более крупных комплексов.

Кроветворение – гемопоэз, см. Различают эритропоэз (образование эритроцитов), лейкопоэз (образование лейкоцитов), тромбоцитопоэз (образование тромбоцитов). Происходит в красном костном мозге, лимфатических узлах, селезенке.

Кровотечение – истечение крови из поврежденного сосуда или при нарушении его проницаемости.

Кровь – ткань организма, состоящая из плазмы и форменных элементов, осуществляет транспорт веществ в организме; участвует в защитных (гуморальный и клеточный иммунитет), регуляторных и др. механизмах, функциях; выделяют циркулирующую – 55–60 % и депонирующую – 40–45 % объема крови; составляет до 10 % массы тела.

Кровяное депо – общее название органов, тканей, в сосудах которых временно скапливается кровь.

Кровяной сверток – эластическая масса, образовавшаяся в результате свертывания крови, легко отделяется от стенок сосудов.

Л

Лейкогенез – процесс образования, развития, роста и созревания лейкоцитов; лейкопоэз.

Лейкограмма (лейкоцитограмма, лейкоцитарная формула) – процентное соотношение отдельных клеток лейкоцитов в периферической крови, определяемое при подсчете их в окрашенном мазке крови под микроскопом.

Лейкоз — злокачественное новообразование кроветворных тканей.

Лейколиз – распад, процесс разрушения лейкоцитов; лейкоцитоллиз.

Лейкопения – сниженное количество лейкоцитов в единице объема периферической крови.

Лейкопоз (leucopoesis, греч.) – процесс образования, развития, роста и созревания лейкоцитов; лейкогенез.

Лейкопоэтины – эндогенные вещества, стимулирующие лейкопоз. Появляются в крови после быстрого удаления большого количества лейкоцитов; разделяют на нейтрофилопоэтины, базофилопоэтины, эозинофилопоэтины, моноцитопоэтины и лимфоцитопоэтины.

Лейкотаксис – перемещение лейкоцитов в направлении к раздражителю (положительный) или от раздражителя (отрицательный), лежит в основе фагоцитарной реакции.

Лейкоцит (WBC, white blood cells) (leucocytus, от греч. leucos белый + cytos клетка, полость) – форменный элемент крови, клетка с ядром и цитоплазмой, способен к амёбоидному движению, может проникать через стенку кровеносных сосудов; обнаруживает, захватывает и переваривает инородные тела, участвует в защитных реакциях организма; разделяют на гранулоциты или зернистые; базофилы, эозинофилы и нейтрофилы, среди которых выделяют миелоциты, юные, палочко- и сегментоядерные, агранулоциты или незернистые: моноциты и лимфоциты. Продолжительность их жизни сильно варьируется и составляет от 4–5 до 20 дней для гранулоцитов и до 100 дней для лимфоцитов.

Лейкоцитарная формула (лейкоформула) – см. Лейкограмма.

Лимфа (лат. lympha влага, чистая вода) – жидкая ткань организма содержится в лимфатических сосудах и узлах, рН 7,5–9,0, содержит 2,5–4 % белков; ток лимфы обусловлен непрерывным образованием межтканевой жидкости и сократительной функцией сосудов, наличием клапанов, отрицательным давлением в грудной полости, особенно при вдохе, помогают мышцы при сокращении; скорость движения в крупных лимфатических сосудах до 300 мл/мин.

Лимфатический узел – общее название лимфатических органов, выполняют функции лимфопоэза, обезвреживания чужеродных веществ, образования антител.

Лимфопоэз – совокупность механизмов развития, ведущих к образованию, дифференцировке, специализации, интеграции, формированию, созреванию лимфоидных клеток, лимфоцитов.

Лимфоциты (LYM, LY, lymphocyte) – агранулоциты с большим крупным ядром; продуцируются в селезенке, лимфатических узлах, костном мозге; выделяют Т-тимусзависимые, В-бурсозависимые и 0-нулевые; среди Т-

лимфоцитов различают: клетки хелперы-помощники, которые способствуют превращению В-лимфоцитов в плазматические; клетки супрессоры-угнетатели, которые контролируют соотношение разных форм лимфоцитов и блокируют чрезмерное влияние В-лимфоцитов; клетки киллеры-убийцы, которые уничтожают чужеродные белки, а также клетки иммунной памяти, клетки-амплифайры, активизирующие клетки-киллеры; основной функцией В-лимфоцитов является создание гуморального иммунитета путем выработки антител, при чем каждый клан реагирует лишь с одним антигеном и против него вырабатывает антитела; так В₁ реагируют с чужеродными полисахаридами, В₂ вырабатывают антитела против белков, В₃ обладают цитотоксической активностью, представляя В_к (киллеры); нулевые лимфоциты способны превращаться в Т- или В-лимфоциты. Т-лимфоциты обеспечивают реакции клеточного и гуморального иммунитета, дифференцируются в тимусе; в крови 75% Т-лимфоцитов, 15% В-лимфоцитов и 10% – нулевых.

Лимфоцитоз – увеличенное количество лимфоцитов в периферической крови. **Лимфоцитоз абсолютный** — повышение абсолютного количества лимфоцитов (в 1 л крови). **Лимфоцитоз относительный** — повышение процентного количества лимфоцитов (в лейкоцитарной формуле).

Липопротеиды (липопротеины) – это сложные белковые комплексы, в составе которых содержатся холестериды, фосфолипиды, нейтральные жиры и жирные кислоты.

М

Макрофаги – гигантские клетки, образуются из моноцитов, способны к фагоцитозу, участвуют в формировании специфического и неспецифического иммунитета, поглощая чужеродные вещества, а также в воспалительных реакциях; обладает противоопухолевым и противовирусным действием; секретирует лизоцим, интерферон, комплемент, фермент эластазу, активатор плазминогена; принимает участие в обмене липидов, железа.

Макроцит – крупный эритроцит.

Мегакариоциты — гигантские полиплоидные клетки, родоначальные элементы, из которых образуются кровяные пластинки — тромбоциты.

Метгемоглобин (MtHb) – окисленный гемоглобин, лишен способности переносить кислород вследствие прочного соединения, чем оксигемоглобин; образуется при действии сильных окислителей, когда железо переходит в трехвалентную форму.

Миелоцит – клетка крови из группы лейкоцитов, предшественник юных нейтрофилов, обладающая способностью к пролиферации.

Миоглобин – хромопротеид содержится в скелетных и сердечной мышцах, выполняет функцию переносчика кислорода и обеспечивает депонирование его в мышцах.

Мононуклеар – общее название одноядерных клеток крови, моноцитов и лимфоцитов.

Мононуклеоз инфекционный — вирусное инфекционное заболевание, характеризующееся бласттрансформацией лимфоцитов, появлением этих клеток в периферической крови, увеличением лимфатических узлов, селезенки.

Моносахариды – группа углеводов, простые сахара, не способные к гидролизу, являются источником энергии, входят в состав структурных компонентов организма.

Моноцит (MON, monocyte) – одна из зрелых форм лейкоцитов, самая крупная клетка с широкой каймой цитоплазмы с эксцентрично расположенным полиморфным ядром, наиболее активный фагоцит периферической крови. После миграции в периферические ткани они трансформируются в макрофаги (гистециты).

Моноцитопоэз – процесс возникновения, дифференцировки, специализации, интеграции, формирования и созревания клеток моноцитарного ряда от монобластов до зрелых форм.

Н

Нейтрофил (NEUT, neutrophils) – клетка крови в составе лейкоцитов окрашивается нейтральными красками; выделяют: миелоциты, юные, палочко- и сегментоядерные; гранулоцит нейтрофильный.

Нормобласт — незрелый «ядерный» элемент красной крови, поступающий в кровь из костного мозга при его недостаточной эритропоэтической функции.

Нормоцит – зрелый эритроцит, двояковогнутый, 7–8 мкм в диаметре, без ядра.

О

Оксигемоглобин – обратимое соединение гемоглобина с кислородом, образуется в капиллярах легких, обеспечивая его перенос к клеткам, тканям.

Осмоз – диффузное выравнивание концентрации двух растворов разной концентрации через пористую мембрану, проницаемую для растворителя и не проницаемую для растворенного вещества.

Осмотическое давление – гидростатическое давление на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается диффузия растворителя через мембрану; важную роль имеет при всасывании, реабсорбции в клетках и внутренней среде организма. Осмотическое давление плазмы крови в норме составляет 7,3 атм. (5600 мм рт. ст. или 745 кПа), что соответствует температуре замерзания, равной - 0,56 °С.

Осмотическая устойчивость (осмотическая резистентность) **эритроцитов** – устойчивость эритроцитов к действию гипотонических солевых растворов. Минимальная осмотическая устойчивость эритроцитов определяется той наибольшей концентрацией раствора хлористого натрия, при которой разрушаются самые неустойчивые к растяжению (набуханию) эритроциты, что приводит к феномену частичного гемолиза. Максимальная осмотическая устойчивость определяется той наибольшей концентрацией раствора хлористого натрия, при которой разрушаются все эритроциты – происходит полный гемолиз. У здорового человека гемолиз начинается в 0,48 % растворе натрия хлористого, в 0,34 % – разрушаются все эритроциты.

II

Палочкоядерные нейтрофилы (NEUT) — разновидность нейтрофилов, имеющие S-образное ядро. Являются молодыми формами нейтрофилов, с течением времени палочкоядерные нейтрофилы созревают и преобразуются в сегментоядерные.

Панченкова метод – метод определения скорости оседания эритроцитов, СОЭ.

Парциальное давление – давление компонента смеси газов, которое он оказывал бы при заполнении общего объема самостоятельно, используется при изучении газообмена в организме, внешнего дыхания.

Плазма крови – жидкая часть крови, остающаяся после удаления ее форменных элементов, является водно-солевым раствором белков; составляет 55–60 % общего объема крови; желтоватая, полупрозрачная жидкость, относительная плотность 1,030 – 1,635, вязкость 1,7–2,2; состоит из 90–92 % воды, 8 % органических и 1 % минеральных веществ.

Плазменные факторы свертывания крови – химические вещества, содержащиеся в плазме и принимающие участие в процессе свертывания крови. Плазменные факторы свертывания крови – белки, большинство из которых ферменты. Они находятся в неактивном состоянии, синтезируются в печени и активируются в процессе свертывания крови. Обозначаются римскими цифрами: I. Фибриноген – белок, переходящий в фибрин под влиянием тромбина. II. Протромбин – гликопротеид, переходящий в тромбин под влиянием протромбиназы. III. Тромбопластин (тромбокиназа, тромбокинин). IV. Ионы кальция – участвуют в образовании комплексов, входит в состав протромбиназы, связывает гепарин, способствует агрегации тромбоцитов, принимает участие в ретракции сгустка и тромбоцитарной пробки, тормозят фибринолиз. V. Проакцелерин. VI. Акцелерин - изъят из классификации, так как является активным V фактором. VII. Проконвертин - гликопротеид, принимающий участие в формировании протромбиназы по внешнему механизму. VIII. Антигемофильный глобулин А, который нужен для адгезии тромбоцитов. Если его нет, то наступает гемофилия типа А. IX. Фактор Кристмаса (антигемофильный глобулин В) — участвует в I фазе свертывания крови. При его отсутствии — гемофилия типа В. X. Фактор Стюарта–Прауэра – гликопротеид, являющийся составной частью протромбиназы. XI. Фактор Розенталя – предшественник плазменного тромбопластина — антигемофильный глобулин С. XII. Фактор Хагемана – белок, активируется отрицательно заряженными поверхностями, адреналином. Запускает внешний и внутренний механизм образования протромбиназы, а также механизм фибринолиза. XIII. Трансглутаминаза (фибрин-стабилизирующий фактор, фибриназ, фактор Лаки–Лоранда) – обеспечивает образование стабильных нитей фибрина.

Плазмин – фермент, разрушающий сгустки крови, лизируя фибрин в растворимые вещества; фибринолизин.

Плазминоген – глобулин крови, неактивная форма плазмина.

Плазмоциты – высокоспециализированные клетки лимфоидной ткани, продуцирующей иммуноглобулин, содержат в цитоплазме много рибосом и развитую сеть эндоплазматических цистерн, заполненных вновь образованными иммуноглобулинами. Имеют ядро колесовидной формы и резко базофильную вакуолизированную цитоплазму.

Пропердин – комплекс плазмы, содержит липиды и полисахариды, обладает способностью обезвреживать вирусы и бактерии, является фактором невосприимчивости к некоторым заболеваниям.

Протромбин – неактивная форма белка тромбина, образуется в печени, участвует в образовании тромба. Активируется тромбопластином в присутствии VI и X факторов плазмы и ионов Ca.

Профибринолизин – неактивная форма фермента фибринолизина, растворяющего фибрин. Белок плазмы, активируется фибринокиназой.

Р

Реакция агглютинации – метод обнаружения и идентификации антител или антигенов, основанный на принципе специализации антиген-антитело.

Ретикулоциты (молодые, «незрелые» эритроциты) - клетки-предшественники эритроцитов в процессе кроветворения, составляющие около 1 % от всех циркулирующих в крови эритроцитов. Они формируются и созревают в красном костном мозге за 1–2 дня, после чего покидают его и еще 1–3 дня дозревают в кровотоке.

Ретракция (лат. retractio – сморщивание, стягивание, сокращение) – отделение сыворотки крови от ее сгустка, уменьшение объема клетки, ткани за счет сокращения некоторых элементов ее структур.

Реципиент – животный организм, которому проводят переливание донорской крови или ее препаратов, трансплантацию органа или тканей от донора, трансплантируют зиготу от другого животного (донора), а также клетка, получающая генетический материал (ДНК) от другой клетки (донора).

С

Сали-метод – колориметрический метод определения концентрации гемоглобина, основанный на образовании солянокислого гематина при взаимодействии гемоглобина с децинормальным раствором соляной (хлористоводородной) кислоты.

Свертывание крови (коагуляция) – это сложный ферментативный, цепной (каскадный), матричный процесс, сущность которого состоит в переходе растворимого белка фибриногена в нерастворимый белок фибрин. Процесс называется каскадным, так как в ходе свертывания идет последовательная цепная активация факторов свертывания крови. Процесс является матричным, так как активация факторов гемокоагуляции происходит на матрице. Матрицей служат фосфолипиды мембран разрушенных тромбоцитов и обломки клеток тканей. Процесс свертывания крови происходит в три фазы.

Сегментоядерные нейтрофилы (NEUT) — выполняют защитную функцию в отношении различных бактериальных и грибковых инфекций, а также поддерживают иммунную систему в норме.

Система антисвертывающая крови – комплекс веществ в крови, препятствующих свертыванию, образованию сгустка крови и его ретракции; включает антитромбопластины, гепарин, антиконвертин, ингибитор фактора V, анти-тромбины.

Система буферная – совокупность жидких веществ, находящихся в крови организма, которые обеспечивают постоянство (гомеостаз) концентрации внутренней среды (рН) организма при поступлении щелочных или кислотных соединений.

Система пропердиновая – комплекс в сыворотке крови пропердина, комплемента, ионов магния, кальция, который обладает бактерицидным и вируснейтрализующим действием.

Система свертывающая крови – многоступенчатая ферментная система, при активации которой растворенный в плазме крови фибриноген подвергается после отщепления краевых пептидов полимеризации и образует в кровеносных сосудах фибриновые тромбы, останавливающие кровотечение; С. с. к. – саморегулирующая система, в которой происходят процессы активизации, в том числе и по механизму обратной связи и торможения.

Система фибринолитическая крови – совокупность механизмов в крови, обеспечивающая растворение фибринового сгустка.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ, ESR) – оседание эритроцитов в плазме из-за разной плотности эритроцитов (1,090) и плазмы (1,030), определяется путем отстаивания крови в пробирке в течение 1 ч. Отражает качественное состояние эритроцитов и плазмы крови.

Содержание смеси моноцитов, эозинофилов, базофилов и незрелых клеток (MID, MXD) - эти виды клеток крови относятся к лейкоцитам и выполняют важные функции. Для определения характера изменений, как правило, изучают процентное соотношение каждого вида клеток.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах (MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration) - показатель, определяющий насыщенность эритроцитов гемоглобином. Показатель рассчитывается из концентрации

гемоглобина и гематокрита, выражается в граммах на 100 мл (г/дл) или в процентах: $MCHC = \text{гемоглобин (г/л)} / \text{гематокрит}$.

Средний объём эритроцита (MCV, mean corpuscular volume) - показатель, характеризующий тип анемии. Вычисляют путем деления гематокрита (в мкм^3) на общее число эритроцитов в 1 мкл: $MCV = Ht (\text{мкм}^3) / RBC (10^6 / \text{мкл})$.

Средний объём тромбоцитов (MPV) - одна из составляющих развернутого анализа крови, указывающая на зрелость кровяных пластинок. Характерным является то, что старые частички уменьшаются в объемах, а молодые, наоборот, увеличиваются в размерах.

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH, mean corpuscular hemoglobin) — показатель, характеризующий абсолютное весовое содержание гемоглобина в одном эритроците. Один из показателей определения типа анемии. Среднее содержание гемоглобина в эритроците измеряется в пикограммах ($1 \text{ пг} = 1 \times 10^{-9} \text{ мг} = 1 \times 10^{-12} \text{ г}$, или $1 \text{ г} = 10^{12} \text{ пг}$). Показатель вычисляется путем деления концентрации гемоглобина в 1 литре на число эритроцитов в том же объеме: $MCH = Hb (\text{г/л}) / RBC (10^{12} / \text{л})$

Сыворотка крови – плазма, лишенная фибрина.

Т

Талассемии — группа наследственных гемолитических анемий, характеризующихся выраженной гипохромемией эритроцитов при нормальном или повышенном уровне железа в сыворотке крови.

Т-лимфоциты (тимусзависимые лимфоциты) — лимфоциты, образующиеся из стволовых клеток костного мозга в тимусе и обеспечивающие реакции клеточного иммунитета и регуляцию гуморального иммунитета.

Тканевая жидкость – жидкая среда, заполняющая тканевые щели, содержит продукты обмена веществ, поступающие из тканей и из крови.

Тканевой тромбопластин – активное вещество, образующееся при взаимодействии тканевой жидкости с факторами Y, YII и X и ионами кальция; формированием тканевого тромбопластина, наряду с кровяным, заканчивается первая фаза свертывания крови.

Трансфузия (transfusio, от лат. trans через + fundere переливать, fundo лью) – переливание жидкостей организма, часто применяют к крови – гемотрансфузия, а также при переливании крово- (плазмо-) заменителей.

Тромб – плотный сгусток крови, плотная масса свернувшейся крови, образовавшейся в просвете кровеносного сосуда; препятствует выходу крови наружу при повреждении сосуда, образуется при жизни.

Тромбин – протеолитический фермент, образующийся в плазме крови из протромбина, превращает фибриноген в фибрин.

Тромбиновое время – показатель активности антитромбинов крови.

Тромбоз – механизм прижизненного образования тромба на внутренней стенке кровеносного сосуда, в той или иной мере препятствующего движению крови по сосудам.

Тромбокрит (PCT, platelet crit) – доля того объема цельной крови, который забирают на себя кровяные пластинки (тромбоциты). В рамках общего анализа крови характеризует процентное содержание тромбоцитарной массы в объеме цельной крови и информирует о недопустимом снижении или повышении тромбоцитов у пациента.

Тромбоциты (PLT, platelet) – безъядерные клетки крови, диаметром 1,5–3,5 мкм. Они имеют уплощенную форму, и их количество составляет $180\text{--}320 \times 10^9/\text{л}$. Эти клетки образуются в красном костном мозге путем отшнуровывания от мегакариоцитов.

Тромбоцитопеническая пурпура — тромбоцитопения, не связанная с каким-либо экзогенным этиологическим фактором; характеризуется повышенной кровоточивостью в связи с образованием антитромбоцитарных антител.

Тромбоцитарные факторы свертывания крови – химические соединения, содержащиеся в тромбоцитах и принимающие участие в процессе свертывании крови. Обозначаются арабскими цифрами и латинской буквой P: P1-P11.

Тромбоцитопоэз – процесс образования тромбоцитов, стимулируется тромбопоэтинами.

Тургор – напряженность и эластичность клеток или ткани, зависит от осмотического и онкотического давления.

Ф

Фагоцит – общее название подвижных клеток многоклеточного организма, способных захватывать и переваривать микроорганизмы, частицы разрушенных клеток, инородные вещества.

Фагоцитоз – активное захватывание и поглощение клетками (фагоцитами) микробов и различных частиц, которые являются или становятся инородными для всего организма, разрушение клеток и их переваривание; относится к неспецифическим защитным механизмам. Функция фагоцитоза осуществляется в основном нейтрофилами и моноцитами.

Фибрин – нерастворимый в воде белок, образуется из фибриногена, участвует в коагуляции крови, образовании фибринового сгустка, составляя основу тромба.

Фибриноген – белок плазмы крови, образующийся в гепатоцитах, растворен в плазме крови; под влиянием тромбина из него образуется фибрин при свертывании крови; фактор I свертывания крови.

Фибринокиназа – протеолитический фермент, катализирующий превращение плазмогена (фибринолизина) в плазмин.

Фибринолизин – вещество плазмы крови, фермент, растворяющий образовавшийся фибрин; плазмин. Находится в плазме в неактивной форме в виде профибринолизина, который активируется фибринокиназой. Система фибринолиза полностью противоположна системе свертывания крови. Фибринолиз ограничивает распространение свертывания крови по сосудам, регулирует проницаемость сосудов, восстанавливает их проходимость и обеспечивает жидкое состояние крови в сосудистом русле.

Физиологическая норма – это оптимальный уровень жизнедеятельности, при котором обеспечивается приспособление организма к условиям существования за счет изменения интенсивности обменных процессов.

Физиологические растворы – общее название изотонических водных растворов, близких к плазме (сыворотке) крови животных не только по осмотическому давлению, но и другим показателям: рН, буферным свойствам, составу солей, могут содержать органические соединения (глюкозу, декстран и т. п.). Часто используемые физиологические растворы: р. Рингера (для холоднокровных животных), р. Рингера–Локка (для теплокровных животных), р. Тиродде (для теплокровных животных).

Форменные элементы крови – общее название клеток крови: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

Фосфатная буферная система крови – смесь однозамещенного и двузамещенного фосфорнокислого натрия, где NaH_2PO_4 – выступает как щелочь, а Na_2HPO_4 – как кислота.

Цветовой показатель (ЦП) – отношение найденного количества гемоглобина (г/л) к количеству эритроцитов в 1 мкл. У здоровых животных равен $1,0 \pm 0,15$.

Ш

Ширина распределения эритроцитов (RDW, red cell distribution width) — показатель, свидетельствующий о том, насколько сильно эритроциты различаются между собой по размерам: **RDW-SD** - относительная ширина распределения эритроцитов по объёму, стандартное отклонение; **RDW-CV** - относительная ширина распределения эритроцитов по объёму, коэффициент вариации относительная ширина распределения эритроцитов по объёму, коэффициент вариации

Шок гемотрансфузионный – тяжелое состояние организма, вызванное переливанием несовместимой крови, то есть крови, в эритроцитах которой содержатся одноклеточные с кровью реципиента агглютиногены.

Щ

Щелочной резерв крови – комплекс щелочных солей слабых кислот, содержащихся в крови и препятствующих сдвигу реакции крови в кислую сторону при добавлении к ней кислот. Это показатель функциональных возможностей буферной системы крови, способность нейтрализовать кислые продукты метаболизма, поступающие в кровь.

Э

Эозинопения – пониженное содержание эозинофилов в периферической крови.

Эозинофилы (EOS) – клетки крови из группы лейкоцитов, эозинофильные гранулоциты, функции которых состоят в действии на токсины, образуемые внутри организма, участии в аллергических реакциях, в иммунологических, гистаминоосвобождающих реакциях. Эозинофилы обладают фагоцитарной активностью, способны адсорбировать антитела и инактивировать их. Составляют 1-5% от всех лейкоцитов.

Эозинофилия - повышенное содержание эозинофилов в периферической крови.

Эритробласт - родоначальная клетка эритроидного ряда.

Эритрограмма – линия, отображающая интенсивность гемолиза эритроцитов, вызванного действием соляной кислоты в зависимости от продолжительности ее воздействия, определяют возрастной состав эритроцитов.

Эритропоэз (erythropoiesis, от греч. erythros красный + poiesis созидание) – процесс образования, роста, развития и созревания эритроцитов в организме.

Эритропоэтины – гликопротеины небольшой молекулярной массы, образуются из глобулинов крови под влиянием фермента, вырабатываемого в юкстагломерулярном аппарате почек, регулируют кроветворение, ускоряют пролиферацию и дифференцировку стволовых клеток эритроидного ряда, увеличивают скорость синтеза гемоглобина. Их выработки происходит при гипоксии, снижении количества эритроцитов в крови.

Эритроцит (RBC) – безъядерная форменная клетка крови у млекопитающих, содержит гемоглобин – переносчик кислорода, углекислоты, осуществляет адсорбцию белковых тел, аминокислот и токсических веществ и их транспорт, участвует в поддержании постоянства внутренней среды, рН, в реакциях иммунитета. Образуются в красном костном мозге, а разрушаются в селезенке.

Эритроцитов пластичность – способность к обратимой деформации при прохождении через узкие капилляры и микропоры.

Эритроцитоз – повышенное содержание эритроцитов в единице объема периферической крови.

Приложение

Ключевые понятия и определения

Система крови включает в себя: *кровь, костный мозг, вилочковую железу, лимфатические узлы, селезенку и печень.*

Основные функции крови:

- дыхательная;
- экскреторная;
- регуляторная;
- терморегуляторная;
- питательная;
- гомеостатическая;
- креаторных связей;
- защитная.

Основные физико-химические константы крови:

Плотность	1,058-1,062 г/мл	
Вязкость	4,5-5,0	(при вязкости воды 1)
Осмотическое давление	7,3 атм. (5600 мм. рТ. ст.)	Создается определенной концентрацией солей (гл.обр. NaCl)
Онкотическое давление	30 мм рТ. ст.	это осмотическое давление, обусловленное присутствием в плазме белков
Температура	37-40 С ⁰	
Реакция крови (рН): артериальное венозное	7,35-7,47; На 0,2 единицы ниже	

Реакция крови поддерживается на постоянном уровне.

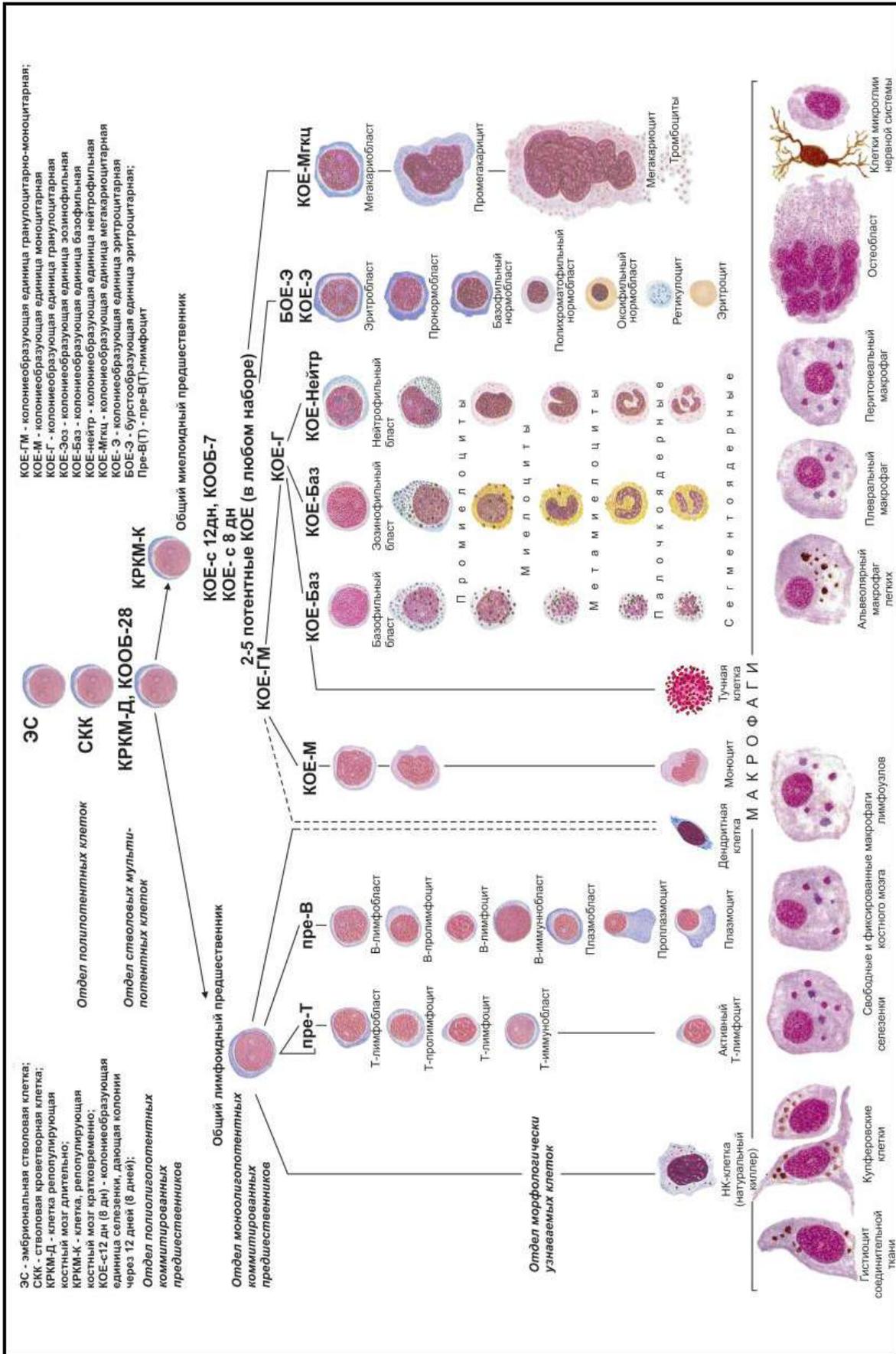
Основными путями сохранения рН являются:

- буферные системы (карбонатная, фосфатная, белковая, буферная система гемоглобина);
- выделение СО₂ легкими;
- выделение кислых и удержание щелочных продуктов почками.

В плазме крови содержится 200-300 г белка. Белки плазмы разделяются на три основные группы:

- альбумины;
- глобулины (α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , у-глобулины);
- фибриноген.

Схема кроветворения и основные факторы транскрипции



Рисунки клеток М.Г.Абрамова

Приложение 3

Важнейшие функций белков крови:

- создают онкотическое давление;
- обладают буферными свойствами (поддерживают постоянность рН);
- участвуют в свертывании крови;
- формируют антигенные реакции организма;
- способны образовывать комплексные соединения с различными веществами: гормонами, железом, витаминами, микроэлементами, лекарственными веществами и осуществлять их транспорт;
- поддерживают определенный уровень вязкости крови; препятствуют агрегации эритроцитов;
- являются резервом аминокислот в организме.

Приложение 4

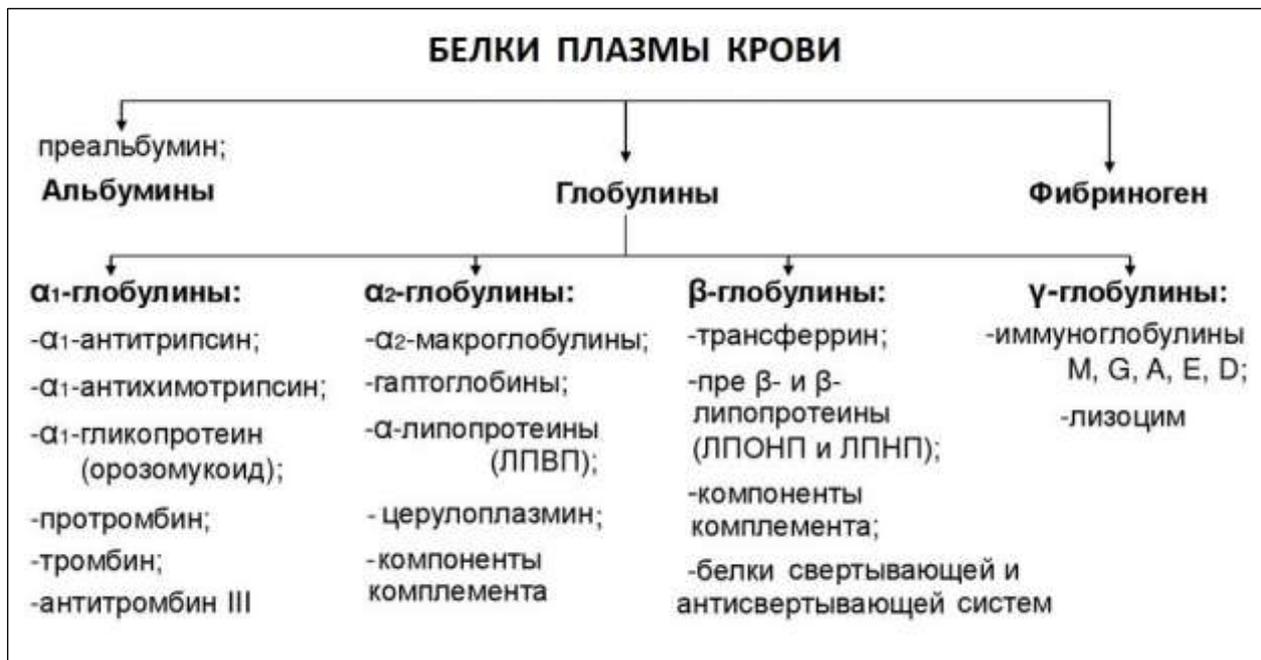
Показатели СОЭ крови взрослых животных (Е.С. Воронин)

Вид животного	Высота столба плазмы при определении						
	По Неводову, через:					По Панченкову, через 1 ч	
	15 мин	30 мин	45 мин	60 мин	24 ч	При вертикальном положении	При наклоне пипетки под углом 45 ⁰
Кр. рогатый скот	0,1-0,3	0,3-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	1,0-2,0	0,5-1,5	17-24
Овца	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-1,0	1,0-2,0	0,5-1,0	12-15
Коза	0	0,1-0,2	0,2-0,5	0,3-1,0	-	0,3-1,0	10-12
Лошадь	30-40	52-56	56-60	62-65	65-70	40-70	-
Свинья	2,0-5,0	6,0-10	15-25	20-35	25-40	2,0-9,0	-
Собака	0-0,4	0,5-1,2	1,5-2,3	2,0-3,5	3,0-5,0	2,0-6,0	30-33
Кролик	0-0,1	0,3-0,5	0,5-1,3	1,0-2,0	1,5-2,5	1,0-2,0	26-32
Курица	0-0,1	1,0-3,0	2,5-4,0	4,0-6,5	5,0-7,0	2,0-3,0	-

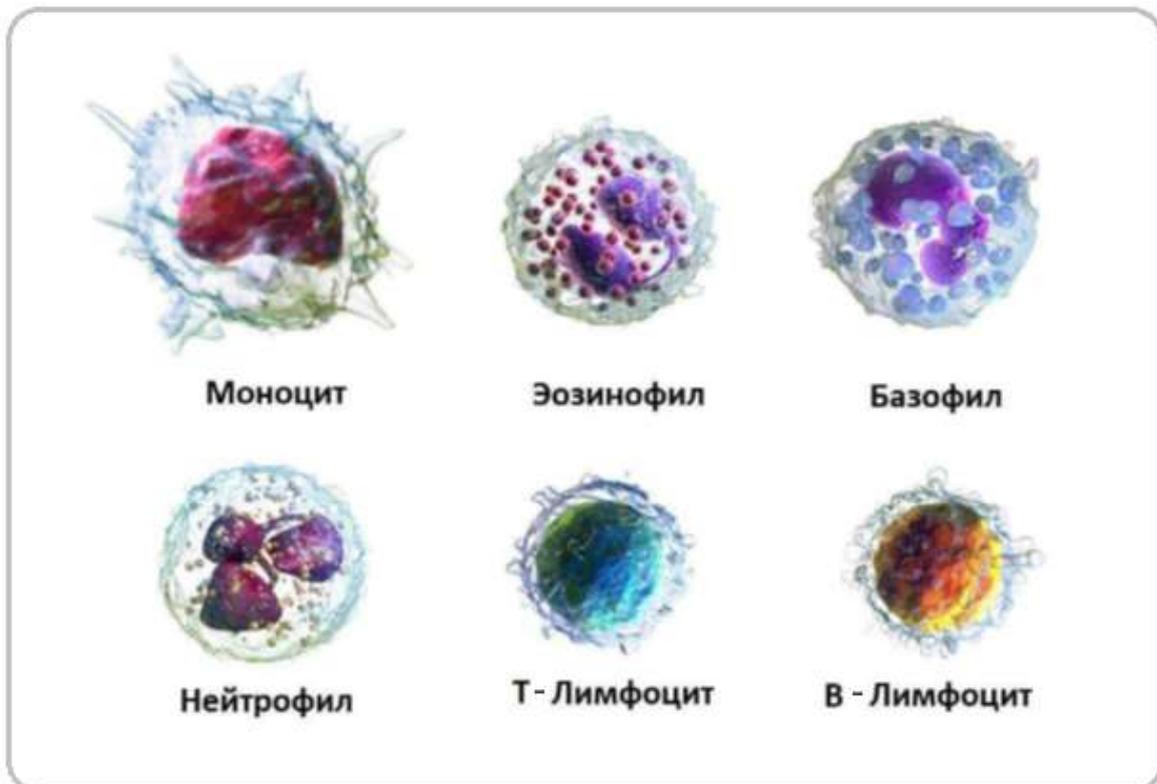
Приложение 5

Лейкограмма крови здоровых животных (%)

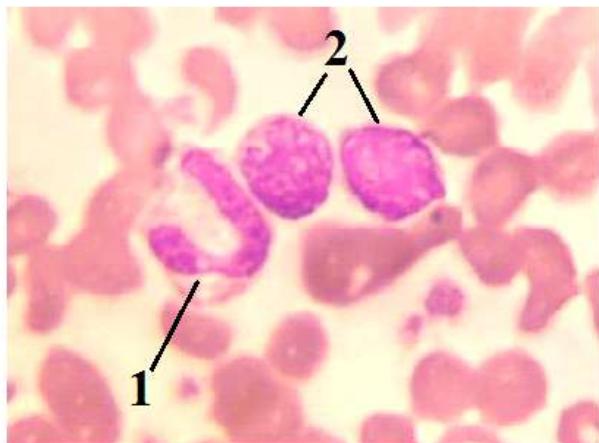
Вид животного	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М
			М	Ю	П	С		
Кр. рогатый скот	0-2	3-8	0	0-1	2-5	20-35	40-65	2-7
Овца	0-1	4-12	0	0-2	3-6	35-45	40-50	2-5
Коза	0-1	3-12	0	0	1-5	29-38	47-64	2-4
Лошадь	0-1	2-6	0	0-1	3-6	45-62	25-44	2-4
Свинья	0-1	1-4	0	0-2	2-4	40-48	40-50	2-6
Собака	0-1	3-9	0	0	1-6	43-71	21-40	1-5
Курица	1-3	6-10	Псевдоэозинофилы			24-30	52-60	4-10



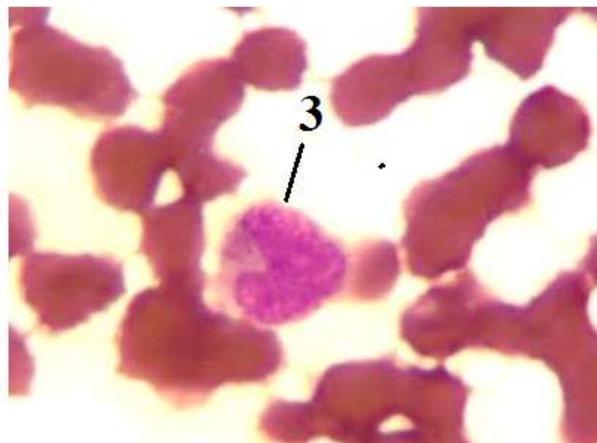
Модель форменных элементов крови



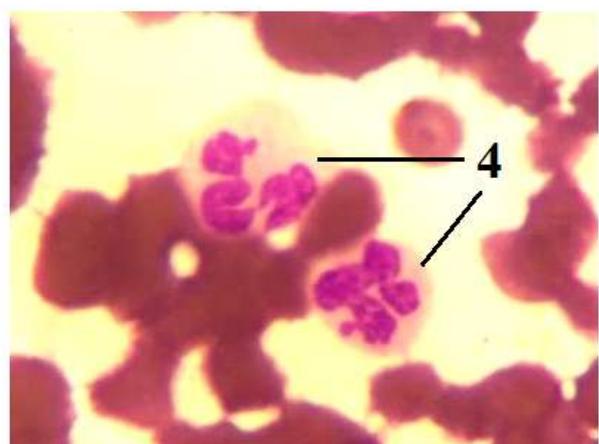
Клетки крови собаки (больной пироплазмозом) (масляная иммерсия, объектив x100, видеоокуляр TopCam 3,2 Мпикс)



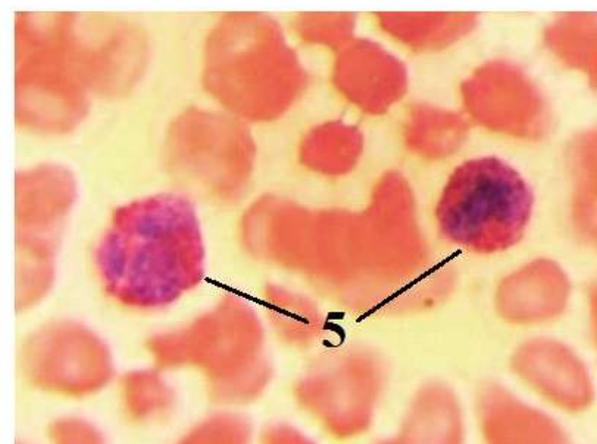
1- палочкоядерный нейтрофил,
2- лимфоцит



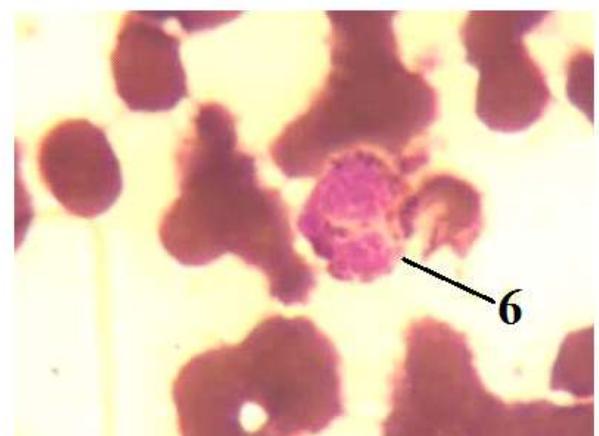
3- моноцит



4- сегментоядерный нейтрофил



5- эозинофил



6- базофил



7- атипичная плазматическая клетка

Количество эритроцитов в крови взрослых животных

Вид животного	Содержание эритроцитов (RBC) (в 1 мм ³ крови, млн.)	Фамилия исследователя
Крупный рогатый скот	5,5-6,4	Д.В. Соколов
Крупный рогатый скот	5,0-7,5	Е.С.Воронин
Лошадь рысистая	7-11	А. Неводов
Лошадь тяжеловоз	6-8	А. Неводов
Лошадь рабочая мелкая	6-9,5	С.А. Хрусталева
Осел	5,0-7,0	А. Неводов
Мул	5,1-6,8	А. Неводов
Мул	5,5-7,5	Е.С.Воронин
Северный олень	8-11,5	В.С. Федотов
Северный олень	6,5-8,5	Е.С.Воронин
Верблюд	10,5-16	Н.Р. Семушкин
Верблюд	9,5-12,0	Е.С.Воронин
Буйвол	5,3-7,1	К.К. Мовсум-Заде
Як	5,3-10,3	П. А. Карасев
Лось	6,5-8,5	Е.С.Воронин
Овца	8-11,2	Л.А.Лебедев
Овца	7,0-12,0	Е.С.Воронин
Коза	10,3-18,8	В.Г. Чагин
Свинья	4,3-6,7	С.И.Смирнов
Свинья	6,0-7,5	Е.С.Воронин
Собака	5-8,7	Ф.Д. Михайлов
Кошка	6,6-9,4	А. Неводов
Серебристо-черная лисица	5,2-13,6	Л.Г.Уткин
Песец	4,9-11,4	Л.Г.Уткин
Норка	7,7-13,1	Л.Г.Уткин
Соболь	9-13,6	Л.Г.Уткин
Куница	9,2-14,3	Л.Г.Уткин
Кролик	5,5-7,9	А.В. Васильев
Кролик	4,5-7,5	Е.С.Воронин
Курица	2-5	В.И.Зайцев
Курица	3,0-4,0	Е.С.Воронин
Гусь	2,8-4,0	С.З. Веремейчик
Гусь	2,5-3,5	Е.С.Воронин
Утка	2,8-3,0	Г. Эпштейн
Утка	3,0-4,5	Е.С.Воронин
Голубь	2,8-4,0	А. Неводов
Индейка	1,7-4,2	С. Молчанов
Индейка	2,5-3,5	Е.С.Воронин
Цесарка	3,0-4,2	Е.С.Воронин
Морская свинка	4,7-6,8	Д.Я. Криницин
Морская свинка	4,5-6,0	Е.С.Воронин
Крыса белая	4,8-6,8	Клибергер
Крыса белая	5,5-11,0	Е.С.Воронин
Белая мышь	8,0-11,0	А. Неводов
Золотистый хомячок	2,8-8,5	Е.С.Воронин

Количество лейкоцитов в крови взрослых животных

Вид животного	Лейкоциты тыс/мкл, или 10 ⁹ /л	Фамилия автора
Крупный рогатый скот	6,8-9,3	Д. Соколов
Крупный рогатый скот	4,5-12,0	Е.С.Воронин
Овцы	6,4-10,2	Л. Лебедев
Овцы	6,0-14,0	Е.С.Воронин
Козы	6,3-14,7	В. Чагин
Козы	8,0-17,0	Е.С.Воронин
Як	7,4-11,2	П. Карасев
Буйволы	5,5-19,6	К.К. Мовсум-Заде
Верблюд	11,0-18,0	Н.Р. Семушкин
Верблюд	6,0-10,0	Е.С.Воронин
Северный олень	6,0-9,4	А. Неводов
Северный олень	5,0-7,0	Е.С.Воронин
Лось	7,5-9,5	Е.С.Воронин
Марал	3,8-13,1	Е.С.Воронин
Лошадь	7,0-11,5	В.Сидоров
Ослы	7,0-9,0	А. Неводов
Мул	7,0-8,9	А. Неводов
Свиньи	10,2-21,2	С. Смирнов
Свиньи	8,0-16,0	Е.С.Воронин
Собаки	6,8-11,8	Ф.Михайлов
Собаки	8,5-10,5	Е.С.Воронин
Кошка	10,0-29,0	А.Кудрявцев
Кошка	10,0-20,0	Е.С.Воронин
Кролики	4,6-10,6	А.Васильев
Кролики	6,5-9,5	Е.С.Воронин
Морская свинка	7,8-15,3	Д.Я. Криницин
Морская свинка	7,0-13,0	Е.С.Воронин
Крыса белая	8-15,2	В.Покровский
Крыса белая	8,0-23,0	Е.С.Воронин
Золотистый хомячок	3,9-7,9	Е.С.Воронин
Куры	9,0-51,0	В.Зайцев
Гусь	16,0-60,0	С.З. Веремейчик
Гусь	20,0-30,0	Е.С.Воронин
Утка	20,0-30,0	П.Преображенский
Утка	20,0-40,0	Е.С.Воронин
Голубь	10,0-30,0	А. Неводов
Индейка	12,0-83,0	С.Молчанов
Индейка	20,0-40,0	Е.С.Воронин
Цесарка	20,0-40,0	Е.С.Воронин
Серебристо-черная лисица	2,0-15,2	Л.Г.Уткин
Песец	3,3-14,1	Л.Г.Уткин
Норка	2,2-10,3	Л.Г.Уткин
Соболь	4,0-9,7	Л.Г.Уткин
Куница	5,0-8,5	Л.Г.Уткин
Еж	5,0-10,0	Е.С.Воронин

Количество гемоглобина в крови взрослых животных

Вид животного	Средний показатель (в % Сали)	Колебания	В 100 мл крови (в г.)	Фамилия автора
Кр. рогатый скот	65	56-74	11,0	Д. Соколов
Кр. рогатый скот		99-129	99-12,9	Е.С.Воронин
Овцы	68	54-80	11,6	Л. Лебедев
Овцы		90-133	9,0-13,3	Е.С.Воронин
Козы	63	45-81	10,7	В. Чагин
Козы		100-150	10,0-15,0	Е.С.Воронин
Яки	57	36-78	9,6	П. Карасев
Яки		60-130	6,0-13,0	Е.С.Воронин
Буйволы	49	28-70	8,3	К.К. Мовсум-Заде
Верблюды	90	66-114	15,2	Н.Р. Семушкин
Северный олень	54	48-60	9,1	В.С. Федотов
Лось		140-180	14,0-18,0	Е.С.Воронин
Марал		121-177	12,1-17,7	Е.С.Воронин
Лошадь	80	50-110	13,6	С.А. Хрусталеv
Лошадь		80-140	8,0-14,0	Е.С.Воронин
Осел		140-160	14,0-16,0	***
Мул		140-170	14,0-17,0	Е.С.Воронин
Свиньи	67	55-79	10,2	С.Смирнов
Собаки	80	65-95	13,6	Ф.Михайлов
Кошки		100-140	10,0-14,0	Е.С.Воронин
Кролики	69	69	11,7	А.Васильев
Курица	75	51-99	12,7	В.Зайцев
Курица		80-120	8,0-12,0	Е.С.Воронин
Гуси	95	80-110	16,1	С.З. Веремейчик
Голубь	90	74-106	15,3	О.Левкович
Индейка		70-110	7,0-11,0	Е.С.Воронин
Цесарка		80-120	8,0-12,0	***
Серебристо-черная лисица	83	120-160	12,0-16,0	Е.С.Воронин
Песец	84	53-100	14,28	Л.Г. Уткин
Песец		120-170	12,0-17,0	Е.С.Воронин
Норка	99	150-175	15,0-17,5	Е.С.Воронин
Соболь	88	75-113	15,0	Л.Г. Уткин
Соболь		130-160	13,0-16,0	Е.С.Воронин
Куница	79	73-117	15,1	Л.Г. Уткин
Куница		122-195	12,2-19,5	Е.С.Воронин
Морские свинки	100	90-112	17,0	Д.Я. Криницин
Крыса	105	90-130	17,85	В.Покровский
Белая мышь	102	95-110	17,34	А.И.Метелкин
Белая мышь		140-180	14,0-18,0	Е.С.Воронин
Хомячок золотистый		110-156	11,0-15,6	***
Лягушка		65-85	6,6-8,5	***
Еж		120-140	12,0-14,0	***

Приложение 12

Количество тромбоцитов в крови взрослых животных

Вид животного	Тромбоциты тыс/мкл, или $10^9/л$
лошадь	250-600 (в среднем 350);
крупный рогатый скот	260-700 (400);
осел	300-500 (400);
мул	240-400 (300);
северный олень	200-500 (350);
овца	270-510 (330);
коза	540-1000(750);
свинья	180-300 (240);
верблюд	360-790 (550);
буйвол	220-380 (300);
собака	190-570 (380);
кошка	100-700 (430);
кролик	125-480 (300);
морская свинка	370-860 (620);
крыса	200-600 (400);
белая мышь	200-400 (250);
курица	22-41 (30);
гусь	60-70 (65);
утка	70-120 (90);
голубь	10-72 (41);
индейка	19-100 (50).

Приложение 13

Показатели гематокрита и удельного веса крови здоровых животных

Кр. рога- тый скот	Лошадь	Овца	Свиньи	Собака	Кролик	Курица
Гематокрит (%)						
40,0 (35-45)	40,0 (35-45)	30,0 (25-45)	41,5 (39-43)	45,5 (42-47,5)	40,0 (35-45)	40,0 (35-45)
Удельный вес						
1,047-1,055	1,045- 1,055	1,042- 1,052	1,042- 1,060	1,044- 1,056	1,048- 1,060	1,039- 1,057

**Буквенная и цветовая кодировка вакуумных пробирок
в соответствии с ISO 6710-2011**

Добавки	Буквенные коды	Рекомендуемые цветовые коды
ЭДТА двукальциевая соль	K2E	Бледно-лиловый цвет
ЭДТА трикальциевая соль	K3E	Бледно-лиловый цвет
ЭДТА динатриевая соль	N2E	Бледно-лиловый цвет
Тринатрий цитрат 9:1*(b)	9NC	Бледно-голубой цвет
Тринатрий цитрат 4:1*(b)	4NC	Черный цвет
Фторид/оксалат	FX	Серый цвет
Фторид/ЭДТА	FE	Серый цвет
Фторид/гепарин	FH	Зеленый цвет
Литий гепарин	LH	Зеленый цвет
Натрий гепарин	NH	Зеленый цвет
Цитрат фосфат декстроза аденин	CPDA	Желтый цвет
Ничего	Z	Красный или белый цвет

**Рекомендованная сила и время центрифугирования
в зависимости от вида пробирки и последующего исследования**

Тип пробирки	Количество переворачиваний	Рекомендуемая ОЦС (RCF), g	Рекомендованное время центрифугирования, мин
<i>Пробирки для получения сыворотки / с разделительным гелем / с активатором сгустка</i>	5-10	1800-2200	10-15
<i>Пробирки для получения плазмы с K2 ЭДТА / с разделительным гелем</i>			
<i>Пробирки для получения плазмы / с разделительным гелем</i>			
<i>Пробирки для измерения глюкозы</i>			
<i>Пробирки для хранения гомоцистеина</i>		2000-2200	10
<i>Пробирки для исследования системы гемостаза</i>			
Исследование функции тромбоцитов (PRP - богатая PLT плазма)	4-5	150	5
Исследование системы свертывания (PPP - бедная PLT плазма)		1500-2000	10
Подготовка плазмы к глубокой заморозке (PFP - очищенная от PLT плазма)		2500-3000	20

Список использованной литературы

1. Бажибина Е.Б. Методологические основы оценки показателей клинико-морфологических показателей крови домашних животных: Учебное пособие / Е.Б. Бажибина, А.В. Коробов, С.В. Середа, В.П. Сапрыкин. - М.: ООО «Аквариум-Принт», 2005. - 128с.
2. Ваден Ш. Полное руководство по лабораторным и инструментальным исследованиям у собак и кошек. Ветеринарная консультация за пять минут / Ш. Ваден, Д. Нолл, Ф. Смит, Л. Тиллей.- М.: Аквариум Принт, 2013.- 1120с.
3. Гематологические анализаторы. Интерпретация анализа крови: Методические рекомендации / С. А. Луговская, М. Е. Почтарь, В. В. Долгов. – М.- Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2007. – 112 с.
4. Гильмутдинов Р.Я., Курбанов Р.З. Исследование крови животных: Методические аспекты / Р.Я. Гильмутдинов, Р.З. Курбанов. - Казань: Изд-во ТГГИ, 2000. – 240 с.
5. Грачева О.А. Методы взятия крови у разных видов животных, птиц и рыб: Учебно-методическое пособие / О.А. Грачева, Г.А. Пахомов, А.В. Елдашев. – Казань: ФГОУ ВПО КГАВМ, 2008. - 33с.
6. Иванов А.А. Клиническая лабораторная диагностика: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 432с.
7. Кишкун А.А. Назначение и клиническая интерпритация результатов лабораторных исследований: Руководство / А.А. Кишкун. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 448с.
8. Клиническая диагностика с рентгенологией /Е.С. Воронин, Г.В. Сиоз, М.Ф. Васильев и др.– М.: КолосС, 2006. – 509с.
9. Межгосударственный стандарт: ГОСТ ISO 6710-2011 Контейнеры для сбора образцов венозной крови одноразовые. Технические требования и методы испытаний (от 2013-01-01) [Электронный ресурс]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098764>
- 10.Медведева М.А. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика. Справочник для ветеринарных врачей / М.А. Медведева – М.: Аквариум Принт, 2013. – 416с.
- 11.Практикум по диагностике инвазионных болезней животных / М.Ш. Акбаев, Ф.И. Василевич, В.Г. Меньшиков и др. – М.: КолосС, 2006. – 536с.
- 12.Симонян Г.А., Хисамутдинов Ф.Ф. Ветеринарная гематология / Г.А. Симонян, Ф.Ф. Хисамутдинов. – М.: Колос, 1995. – 256с.
- 13.Уиллард, М. Лабораторная диагностика в клинике мелких домашних животных / М. Уиллард, Г. Тведтен, Г. Торнвальд. – Москва : Аквариум, 2004. – 430 с.