

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Институт ветеринарной медицины и биотехнологии
Кафедра терапии, хирургии, ветакушерства и фармакологии

*В.В. ЧЕРНЕНОК, Ю.И. СИМОНОВ
Л.Н. СИМОНОВА, Ю.Н. ЧЕРНЕНОК*

**КЛИНИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВИ.
ПОКАЗАТЕЛИ В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ**



Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплин «Клиническая диагностика»
и «Внутренние болезни животных» для студентов очной
и заочной форм обучения по специальности
36.05.01 – «Ветеринария»

издание второе
переработанное и дополненное

Брянская область 2016

УДК 619:616 –071:612.1 (07)

ББК 53.4

Ч 49

Черненко, В.В. Клинические лабораторные исследования крови. Показатели в норме и при патологии: Учебно-методическое пособие – издание второе переработанное и дополненное / В.В. Черненко, Ю.И. Симонов, Л.Н. Симонова, Черненко Ю.Н. – Брянск: Издательство Брянский ГАУ, 2016. – 37 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов ветеринарных факультетов, аспирантам, ветеринарным врачам.

Приведены методики взятия крови и ее физико-химического и морфологического исследования. Даны показатели крови в норме и при патологии. Пособие направлено на формирование у студентов следующих компетенций: ПК-2; ПК-3; ПК-4.

Рецензент: доктор биологических наук, зав. кафедрой эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Крапивина Е.В.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Брянской ГСХА от 09.09.2011 г., протокол № 1.

© Брянский ГАУ, 2016

© Коллектив авторов, 2016

1. ВЗЯТИЕ КРОВИ У РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ

Существуют различные способы и правила забора крови у разных видов животных.

При взятии крови необходимо соблюдать правила асептики и антисептики.

В связи с суточными колебаниями показателей, особенно общего количества лейкоцитов, самое подходящее время для взятия крови – утро до кормления.

Капиллярную кровь берут из сосудов наружной или внутренней поверхности ушной раковины путем небольшой насечки скальпелем, лезвием бритвы или скарификатором, либо инъекционной иглой. У птиц – из гребня, сережек, мякоти ступни.

Первую каплю крови стирают, так как она содержит случайные примеси и лимфу, а последующие используют для исследования. Очень важно, чтобы кровь вытекала из ранки без надавливания на ткани, иначе происходит ее смешивание с лимфой и изменение клеточного и биохимического состава.



Рис. 1. Иглы для взятия крови

В больших количествах кровь у крупных животных чаще берут из яремной вены (рис. 2). Для этого нажимают на вену пальцами в нижней трети шеи каудальнее места укола или сдавливают вену жгутом. Задержка оттока крови вызывает набухание вены в виде толстого шнура. Укол производят стерильной иглой (рис. 1), резким движением, против тока крови. Вытекающую из иглы кровь направляют по стенке пробирки, чтобы избежать образования пены.

В настоящее время широко используют закрытые системы взятия крови (вакуумные пробирки, шприцы-контейнеры), исключая контакт кро-

ви с внешней средой (рис. 3). При использовании вакуумной пробирки также снижается агрегация тромбоцитов и образование сгустков. При этом одной иглой кровь от животного можно взять в несколько пробирок. Такие пробирки наиболее часто используют при взятии крови из хвостовой вены у крупного рогатого скота (рис. 4).

У свиней кровь берут из крупных сосудов ушной раковины (рис. 5) (при этом предпочтительнее пользоваться вакуумными пробирками); из вентральной хвостовой артерии путем глубокого прокола остроконечным скальпелем строго посередине вентральной поверхности в средней трети хвоста. После взятия крови надрез дезинфицируют, а выше его накладывают лигатуру. Метод взятия крови путем обрубания кончика хвоста в настоящее время применяется редко в силу многочисленных осложнений и ограничения кратности.

При наличии навыка можно брать кровь у свиней из глазничного синуса. У поросят можно брать кровь из яремной вены (рис. 6; 7).

У овец и коз кровь берут из яремной вены или из подкожной вены голени (рис. 8).

У собак и кошек взятие крови производится из подкожной вены плеча, подкожной вены голени с помощью одноразовых игл или катетеров различного диаметра. При взятии крови в шприц, переносить ее следует в пробирку сразу и медленно, предотвращая вспенивание (рис. 9). Допускается взятие крови у мелких домашних животных из яремной вены при крайней степени спадения стенок других наружных вен.

У кур кровь берут из кожной локтевой вены, плечевой артерии на внутренней поверхности крыла или из сердца.

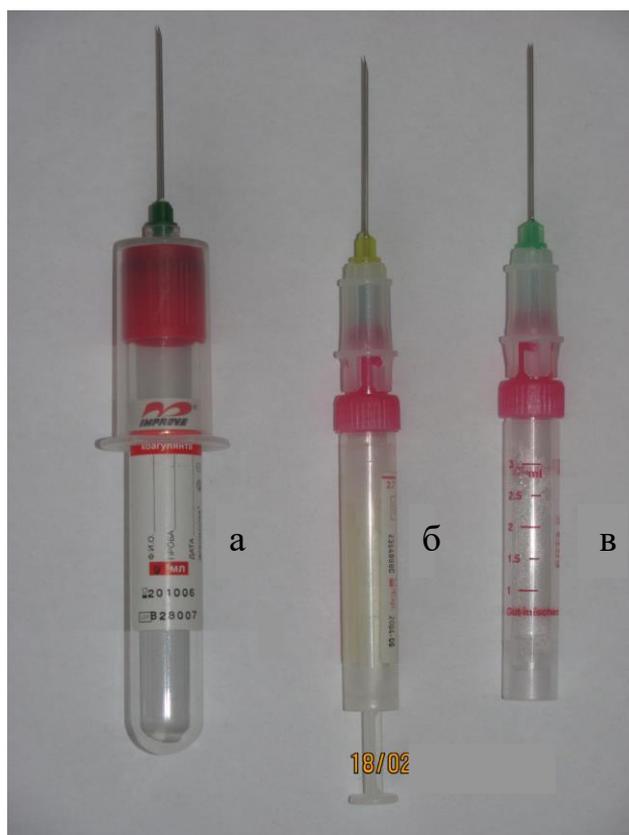


Рис. 3. Вакуумная пробирка (а) и шприцы-контейнеры (б; в)

В зависимости от цели исследования анализу подвергают цельную кровь, плазму или сыворотку.



Рис. 1. Взятие крови у лошади из яремной вены (*v. jugularis*)



Рис. 4. Взятие крови у коровы из хвостовой вены (*v. cossugiea*)

Для общего клинического анализа крови используется цельная кровь, а чтобы избежать свертывания – к ней добавляют антикоагулянты. В этих целях используют 20 %-ный водный раствор цитрата натрия или оксалата натрия из расчета 0,3 – 0,5 мл на 10 мл крови; 1 %-ный водный раствор гепарина – одна капля на 5 мл крови, 10 %-ный ЭДТА или трилон Б (этилендиаминтетрауксусная кислота) 2 – 3 капли на 10 мл крови.



Рис. 5. Взятие крови у свиньи из ушной вены



Рис. 8. Взятие крови у овцы из подкожной вены голени (*v. saphena*)

Антикоагулянты можно помещать в пробирку, в которую будут брать кровь, а затем жидкость испарять в сушильном шкафу при температуре 80 – 100°C.



Рис. 6. Взятие крови у свиньи из яремной вены



Рис. 7. Место введения иглы при взятии крови у свиньи из яремной вены

Вакуумные пробирки, содержащие в качестве антикоагулянта цитрат натрия имеют синюю крышку, ЭДТА – фиолетовую, гепарин – зеленую.

Чаще используют ЭДТА, но его применение искажает некоторые биохимические показатели (снижает содержание кальция, ферментов и т.д.).

Кровь, стабилизированную цитратом натрия, можно хранить не более суток. Гепарин используют только для немедленного проведения анализа, так как в дальнейшем он быстро вызывает гемолиз форменных элементов крови.

Для получения сыворотки кровь собирают в пробирки без антикоагулянта, выдерживают несколько часов при комнатной температуре, помещают в термостат на 0,5 – 1 час или на водяную баню. Свернувшуюся кровь отделяют от стенки пробирки стеклянной палочкой. Сыворотку сливают, при необходимости центрифугируют 20 минут при 2000 – 3000 об/мин.

Для получения плазмы кровь с антикоагулянтом центрифугируют 20 – 30 минут при 2000 – 3000 об/мин. Плазма крови отличается от сыворотки наличием фибриногена.



Рис. 9. Взятие крови у собаки из подкожной вены предплечья (v. cephalica)

2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ

2.1. Скорость свертывания крови

Для определения времени свертывания крови, как правило, используют метод Ли–Уайта. Каплю свежей крови помещают на предметное стекло, которое каждые 10 секунд наклоняют. Момент, когда капля при наклоне стекла не будет менять свою форму, соответствует началу свертывания крови (табл. 1).

1. Скорость свертывания крови у здоровых животных, (мин)

Вид животных	Скорость свертывания крови	Вид животных	Скорость свертывания крови
КРС	6,0-9,0	свиньи	3,0-4,0
овцы	2,0-3,0	собаки	2,0-3,0
козы	2,0-3,0	кошки	1,0-2,0
лошади	10,0-13,0	куры	3,0-5,0
кролики	3,0-4,5		

Ускорение свертываемости отмечают при миоглобинурии, крупозной пневмонии, гемоглобинемии, кровопотерях.

Замедление свертываемости при анемиях, гемофилии, лейкемии, холемии, нефритах, геморрагических диатезах, с-гиповитаминозе.

Кровь совершенно не свертывается при сибирской язве, удушье, инфекционной анемии, пироплазмидозах.

2.2. Относительная плотность крови

Определяют способом Филлипса. Используют кровь, стабилизированную гепарином, оксалатом натрия или трилоном Б.

Готовят растворы сульфата меди (медного купороса) плотностью от 1,030 до 1,075.

Глазной пипеткой набирают испытуемую кровь и переносят ее в пробирку, содержащую один из рабочих растворов сульфата меди, располагая кончик пипетки в 1 см над уровнем раствора, выпускают одну каплю крови. Капля опускается на глубину 2-3 см, а затем или начинает погружаться (плотность крови меньше плотности раствора) или поднимается (плотность

крови меньше плотности раствора). Находят раствор, в котором капля находится во взвешенном состоянии, где плотность крови будет соответствовать плотности раствора.

Относительная плотность крови зависит от концентрации гемоглобина, белков и солей (табл. 2). У самцов она несколько выше.

Увеличивается относительная плотность крови при сгущении ее вследствие потения, поноса, рвоты, полиурии, лихорадки, непроходимости кишечника, экссудативных и транссудативных процессов, диабете, нефрите, обширных ожогах.

Уменьшается – при анемиях, гемолитической желтухе, кахексии, гидремии.

2. Относительная плотность крови у здоровых животных, (г/см³; кг/л)

Вид животных	Относительная плотность крови	Вид животных	Относительная плотность крови
КРС	1,047-1,055	свиньи	1,042-1,060
овцы	1,042-1,052	собаки	1,044-1,056
козы	1,044-1,053	кошки	1,044-1,057
лошади	1,045-1,055	куры	1,039-1,057
кролики	1,048-1,060		

2.3. Вязкость крови

Это свойство крови оказывать сопротивление ее течению, перемещению одного слоя относительно другого под действием внешних сил. Определение проводится в приборе вискозиметре (табл. 3).

3. Коэффициент вязкости крови у здоровых животных

Вид животных	Коэффициент вязкости крови	Вид животных	Коэффициент вязкости крови
КРС	4,2-5,2	свиньи	4,8-6,2
овцы	4,2-5,0	собаки	4,8-5,5
козы	5,0-6,0	кошки	4,0-5,0
лошади	3,9-5,0	куры	4,5-5,5
кролики	3,5-4,5		

Наблюдается зависимость вязкости крови от количества и объема эритроцитов, общего содержания белка и соотношения его фракций в плазме, а также от содержания в крови углекислоты.

Повышается вязкость крови при лихорадочных заболеваниях (пневмония, плеврит, перитонит), острых экссудативных процессах, болезнях, сопровождающихся сгущением крови (диспепсия, рвота, обильное потение), сердечных декомпенсациях, венозных застоях, гемобластозах, диабете.

Понижение вязкости крови характерно для анемий различного происхождения.

2.4. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ, РОЭ, ESR)

Принцип метода основан на свойстве стабилизированной крови разделяться при стоянии на два слоя: нижний, состоящий из эритроцитов и лейкоцитов и верхний, образованный плазмой.

Скорость оседания эритроцитов можно определять методами Панченкова и Неводова (табл 4).

Метод Панченкова является наиболее распространенным. Определение производят в специальных градуированных капиллярах с просветом 1 мм на стенке которых нанесены деления от 0 (сверху) до 100 (снизу). На уровне 0 имеется буква К (кровь), а на середине пипетки, около метки 50 – буква Р (реактив).

В градуированный на 100 делений капилляр набирают до метки Р (деление 50) 5% раствор цитрата натрия и выдувают его на часовое стекло. Этим же капилляром набирают 2 раза кровь до отметки К (деление 0) и оба раза выдувают ее на часовое стекло, смешивая кровь с раствором цитрата натрия (соотношение 1:4). Полученную смесь набирают в капилляр до отметки К и ставят в штатив (рис. 10). Учитывают СОЭ через 1 час и выражают в миллиметрах.



Рис. 10. Штатив Панченкова

У животных (кроме лошадей и свиней) СОЭ протекает медленно, пипетки Панченкова ставят иногда с наклоном 50°, при этом оседание эритроцитов ускоряется. Это позволяет более точно измерять СОЭ.

Метод Неводова. В эритроседиометр (пробирка на 100 делений) вносят на кончике скальпеля оксалат натрия, набирают кровь из вены до метки 0, расположенной в верхней части пробирки, закрывают резиновой пробкой и осторожно смешивают кровь. Пробирку ставят в штатив. Результаты учитывают через каждые 15 минут по высоте столбика плазмы.

4. Скорость оседания эритроцитов у здоровых животных, мм

Способ исследования и сроки учета						
по Неводову, через					по Панченкову, через 1 час	
15 мин	30 мин	45 мин	1 час	24 часа	Вертикальное положение пипетки	Пипетка под углом 50°
Крупный рогатый скот						
0,1-0,3	0,3-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	1-2	0,5-1,5	17-24
Овцы						
0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-1,0	1-2	0,5-1,0	12-15
Козы						
0	0,1-0,2	0,2-0,5	0,3-1,0	—	0,3-1,0	12-15
Лошади						
30-40	52-56	56-60	62-65	65-70	40-70	—
Свиньи						
2-5	6-10	15-25	20-30	25-40	2-9	—
Собаки						
0-0,4	0,5-1,2	1,5-2,3	2,0-3,5	3-5	2-6	30-33
Кролики						
0-0,1	0,3-0,5	0,5-1,3	1,0-2,0	1,5-2,5	1-2	26-32
Куры						
0-1,0	1,0-3,0	2,5-4,0	4,0-6,5	5,0-7,0	2-3	—

Замедление СОЭ происходит при увеличении содержания альбуминов, снижении щелочного резерва, обезвоживании организма, переутомлении, механической и паренхиматозной желтухах (увеличение содержания желч-

ных кислот и желчных пигментов в плазме), гастроэнтеритах, коликах, стахиботриотоксикозе, механическом илеусе, инфекционном энцефаломиелите, а также при увеличении количества эритроцитов, уменьшении их размера и насыщенности гемоглобином (гипохромные эритроциты хуже агломерируют), увеличении вязкости крови.

Ускорение СОЭ отмечают при различных анемиях, инфекционных (мыт, сап, чума, контагиозная плевропневмония лошадей, кровопятнистая болезнь, туберкулез и др.) и инвазионных болезнях (пироплазмоз, нутталиоз, трипанозамоз и др.), при всех состояниях, сопровождающихся воспалением, деструкцией соединительной ткани, тканевым некрозом, иммунными нарушениями, интоксикациях, беременности, шоковых состояниях, новообразованиях, нарушениях обмена веществ (сахарный диабет, тиреотоксикоз), повышении щелочного резерва, количества холестерина, солей кальция и бария, при уменьшении количества эритроцитов и увеличении их объема (способствует агломерации).

2.5. Определение резистентности эритроцитов

Резистентность – свойство эритроцитов противостоять разрушительным воздействиям: осмотическим, механическим, тепловым и др. В клинике наибольшее значение приобрело определение осмотической резистентности (табл. 5). Изотоническим раствором для эритроцитов является 0,85 – 0,9%–ный раствор хлорида натрия. Эритроциты в гипертонических солевых растворах сморщиваются, а в гипотонических – набухают. При значительном набухании наступает гемолиз.

Для определения резистентности эритроцитов готовят в пробирках растворы хлорида натрия различной концентрации (от 0,8 до 0,34%), затем вносят в них один и тот же объем крови (0,02 мл) и оставляют на 1 ч при комнатной температуре. Через 1 ч пробирки центрифугируют и определяют начало гемолиза по легкому порозовению раствора и полный гемолиз — по интенсивной красно-лаковой окраске раствора.

Пределы между минимальной и максимальной резистентностью называются шириной резистентности.

5. Осмотическая резистентность эритроцитов у здоровых животных, % NaCl

Вид животных	Резистентность		Вид животных	Резистентность	
	мин	макс		мин	макс
КРС	0,74-0,62	0,46-0,40	свиньи	0,78-0,72	0,48-0,40
овцы	0,80-0,76	0,50-0,46	собаки	0,48-0,44	0,36-0,30
козы	0,76-0,64	0,60-0,48	кошки	0,68-0,60	0,42-0,36
лошади	0,62-0,56	0,42-0,37	куры	0,52-0,46	0,34-0,30
кролики	0,46-0,42	0,32-0,28			

Снижается резистентность эритроцитов при голодании, отравлении бензолом, хлороформом, эфиром, ксилолом; мышечном переутомлении, кровопотерях, гемолизе, усилении регенерации костного мозга (поступление в кровяное русло молодых эритроцитов).

Повышается резистентность эритроцитов при некоторых инфекционных и инвазионных болезнях, беременности.

2.6. Содержание гемоглобина в крови

Гемоглобин (Hb, HGB) – основной компонент эритроцитов, благодаря которому осуществляется перенос кислорода. Он относится к хромопротеинам и имеет в своем составе белок (глобин) и железосодержащую группу (гем).

Для определения концентрации гемоглобина применяют гематиновый и гемиглобинцианидный методы.

Гематиновый метод (метод Сали). Основан на превращении гемоглобина при прибавлении к крови хлористо-водородной кислоты в хлоргемин (солянокислый гематин) коричневого цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию гемоглобина. Полученный раствор хлорида гематина разводят водой до цвета стандарта, соответствующего известной концентрации гемоглобина.

Определение проводят в упрощенном колориметре – гемометре Сали (рис. 11). Этот прибор состоит из пластмассового штатива с 3 вертикальными гнездами. В боковых гнездах находятся 2 запаянные пробирки со стандартной жидкостью. В среднее гнездо гемометра вставляют открытую сверху градуированную стеклянную пробирку того же диаметра, что и цветные стандарты. Градуированная пробирка имеет шкалу с делениями, показыва-

ющую количество гемоглобина в граммах на 100 мл крови, т.е. в грамм-процентах (г%). При гемометре имеются капиллярная пипетка на 0,02 мл, пипетка для воды и стеклянная палочка для перемешивания.

В градуированную пробирку наливают до деления, помеченного цифрой «2 г%» (нижняя круговая метка) 0,1 н раствор соляной кислоты. Затем набирают кровь в капиллярную пипетку до метки «0,02 мл» (необходимо, чтобы столбик крови кончался точно на уровне метки и не разрывался пузырьками воздуха). Обтерев кончик пипетки снаружи ватой, опускают ее в пробирку с 0,1 н раствором соляной кислоты и осторожно выдувают кровь. Повторными всасываниями и выдуваниями верхнего слоя жидкости пипетку ополаскивают. Содержимое пробирки перемешивают стеклянной палочкой и, заметив время, ставят в штатив. Для полного превращения гемоглобина в хлорид гематина требуется не менее 5 мин. Через 5 мин гемометр поднимают до уровня глаз и сравнивают цвет испытуемой жидкости с цветом стандартов. Обычно (за исключением случаев крайне тяжелой анемии) он темнее, чем в стандартных пробирках. С помощью неградуированной пипетки к испытуемому раствору добавляют по каплям дистиллированную воду, перемешивают стеклянной палочкой и сравнивают со стандартами. Как только цвет исследуемой жидкости станет одинаков с цветом стандартов, отмечают, какому делению шкалы соответствует уровень жидкости (по нижнему мениску) в пробирке (табл. 6). Для пересчета в г/л умножают полученный результат (г%) на коэффициент 10.

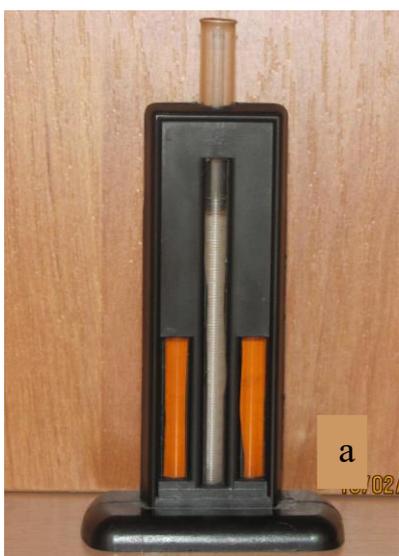


Рис. 11. Гемометр Сали (а – пустой, б – заполненный)

Гемиглобинцианидный метод. Гемиглобинцианидный метод наиболее точен, принят в большинстве стран как стандартный. Он основан на превращении гемоглобина в гемиглобинцианид при добавлении к крови трансформирующего раствора. Концентрацию гемиглобинцианида измеряют фотометрически.

Ход определения. В пробирку вносят 5 мл трансформирующего раствора и 0,02 мл крови (разведение в 251 раз), хорошо перемешивают, оставляют на 10 мин, после чего смесь измеряют на фотоэлектроколориметре при длине волны 500–560 нм (зеленый светофильтр) в кювете с толщиной слоя 1 см против холостой пробы (трансформирующий раствор). Стандартный раствор измеряют при тех же условиях, что и опытную пробу.

Расчет гемоглобина (г%) проводят по формуле:

$$Hb = E_{оп} / E_{ст} \times 15$$

где $E_{оп}$ – экстинкция опытной пробы;

$E_{ст}$ – экстинкция стандартного раствора;

15 – соответствие стандартного раствора концентрации гемоглобина крови при ее разведении в 251 раз.

Для перевода г% в г/л найденное число умножают на 10.

Снижение гемоглобина в крови – гипохромемия – возникает при анемиях, вследствие кровотечений, дефицита железа, витамина В₁₂ и фолиевой кислоты, гемолиза эритроцитов, истощения, ряда инфекционных болезней, заболеваний почек, патологии костного мозга.

6. Содержание гемоглобина в крови здоровых животных (в г/л)

Вид животных	Содержание гемоглобина в крови	Вид животных	Содержание гемоглобина в крови
КРС	90-130	свиньи	90-110
овцы	90-133	собаки	110-170
козы	100-150	кошки	100-140
лошади	80-140	куры	80-120
кролики	105-125		

Увеличение – гиперхромемия – при поносах, потливости, рвоте, образовании трансудатов и экссудатов, миоглобинурии лошадей, альвеолярной эмфиземе легких, при непроходимости кишечника, гипоксии, внутрисосудистом гемолизе, эритроцитозах.

2.7. Определение гематокритной величины

Гематокрит (Ht, HGB) – это отношение объема форменных элементов к объему крови. Метод основан на разделении плазмы и эритроцитов с помощью центрифугирования. Определение производят с помощью микроцентрифуги МЦГ-8 и капиллярных трубок. Можно использовать центрифугу и гематокрическую трубку или другие градуированные на 100 равных частей микропипетки. Перед взятием крови гематокрическую трубку промывают раствором гепарина или оксалата натрия. Затем набирают в трубку кровь до отметки «100», закрывают резиновым колпачком и центрифугируют 1 – 1,5 часа при 1500 об./мин. После этого отмечают, какую часть в градуированной трубке составляют эритроциты (табл. 7).

7. Гематокритный показатель крови у здоровых животных, (л/л)

Вид животных	Гематокрит	Вид животных	Гематокрит
КРС	0,35-0,45	свиньи	0,39-0,43
овцы	0,25-0,45	собаки	0,42-0,48
козы	0,25-0,45	кошки	0,24-0,45
лошади	0,35-0,45	куры	0,30-0,42
кролики	0,35-0,45		

Гематокрит **уменьшается** при анемиях (параллельно со снижением числа эритроцитов), гидремии, пироплазмидозах, лептоспирозе, а **увеличивается** при пороках сердца, сопровождающихся цианозом, шоке, ожогах, недостаточности коры надпочечников, дегидратации.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ

3.1. Определение количества форменных элементов в счетной камере Горяева

Счетная камера Горяева представляет собой толстое предметное стекло с четырьмя поперечными желобками, между которыми образуется три поперечные полосы. Средняя полоса на 0,1 мм ниже боковых и разделена продольным желобком на две равные половины, на каждой из которых выгравирована сетка Горяева (рис. 12).

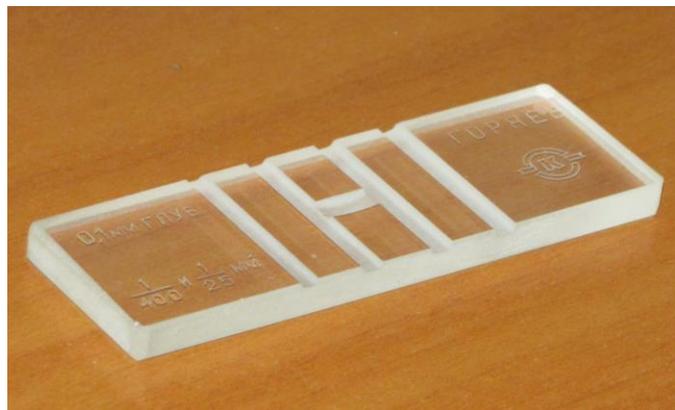


Рис. 12. Камера Горяева

Если на боковые полосы наложить шлифованное покровное стекло и притереть его до появления радужных колец, то над средней полоской образуется щелевидное пространство (камера) высотой 0,1 мм.

Сетка Горяева имеет 225 больших квадратов, 25 из которых разделены на малые, по 16 в каждом. Имеется также 100 пустых квадратов, собранных в 25 групп, по 4 квадрата в каждой (рис. 14).



Рис. 13. Меланжеры (смесители) для эритроцитов (а) и лейкоцитов (б)

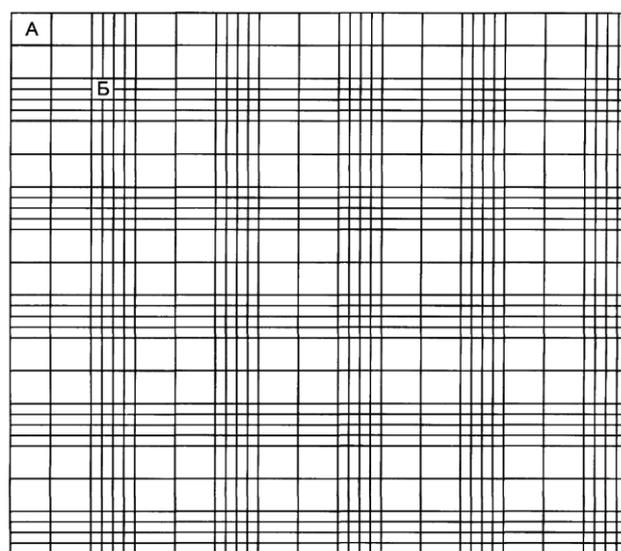


Рис. 14. Сетка Горяева (А – большой квадрат; Б – малый квадрат)

Подсчет эритроцитов (RBC)

Для подсчета эритроцитов кровь разводят жидкостью – разбавителем (чаще 3%-ный раствор хлорида натрия) в 200 раз в специальных смесителях (меланжерах) или чаще в пробирке.

В 3% растворе хлористого натрия происходит плазмолиз эритроцитов (выход воды из клетки), и они становятся более заметными под микроскопом.

Смеситель представляет собой капилляр с расширением в средней части, в которой находится красная стеклянная бусинка, необходимая для лучшего перемешивания крови. На смесителе нанесены отметки 0,5; 1 и 101 (рис. 13).

Ход исследования: Надеть на смеситель резиновую трубочку и набрать кровь с часового стекла (или места прокола) до отметки 0,5. Кончик смесителя протереть фильтровальной бумагой. Затем набрать 3%-ного раствора хлористого натрия до отметки 101. При этом кровь разбавляется в 200 раз. Необходимо следить, чтобы в капиллярную часть и ампулообразное расширение не попали пузырьки воздуха. После заполнения смесителя перевести его в горизонтальное положение. Зажать оба конца смесителя пальцами и, встряхивая его в течение 1-2 минут, тщательно перемешать кровь с раствором. Первые 3-4 капли необходимо удалить из капилляра.

В пробирку сначала вносят 4 мл 3%-ного раствора хлорида натрия, а затем добавляют 0,02 мл крови автоматическим дозатором или пипеткой от гемометра Сали и смешивают. Пастеровской пипеткой набирают разбавленную кровь и заряжают счетную камеру.

Перед началом работы камеру Горяева и покровное стекло необходимо обезжирить раствором спирта с эфиром. Наложить покровное стекло на боковые площадки счетной камеры и движениями больших пальцев левой и правой рук притереть покровное стекло до появления радужных колец.

Поместить камеру Горяева под микроскоп (столик должен быть строго горизонтальным) и под малым увеличением (8 x 15) отыскать сетку. Сетку необходимо искать в затененном поле зрения с прикрытой диафрагмой и опущенным конденсором. После нахождения сетки под микроскопом заполняют камеру. Для этого приложить смеситель или пипетку с небольшой вы-

ступающей каплей к краю покровного стекла, в силу капиллярности жидкость заполняет пространство камеры. После оседания эритроцитов (через 2-3 минуты) произвести их подсчет в 5 больших квадратах (разделенных на 16 малых), расположенных по диагонали сетки (или по углам и в центре).

Подсчет эритроцитов в большом квадрате начинают с верхнего левого малого квадратика и заканчивают правым нижним (по спирали). Для того, чтобы не допустить двойного счета, учитывают эритроциты, находящиеся как в квадрате, так и на верхней и левой пограничных линиях. Эритроциты, лежащие на правой и нижней границе малого квадрата, не учитывают (рис. 15).

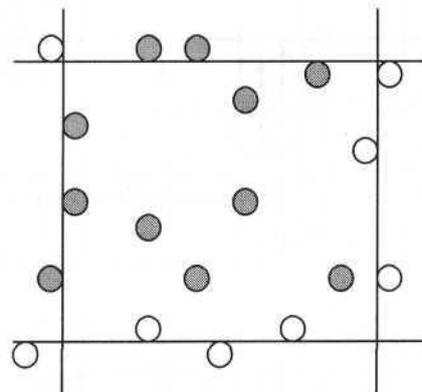


Рис. 15. Правило подсчета форменных элементов

Количество эритроцитов определяют по формуле:

$$X = A * 10000$$

где X - количество эритроцитов в 1 мм³ (мкл) крови,

A - количество эритроцитов, подсчитанных в 5 больших квадратах

8. Содержание эритроцитов в крови взрослых здоровых животных, (млн/мкл; 10¹²/л)

Вид животных	Содержание эритроцитов в крови	Вид животных	Содержание эритроцитов в крови
КРС	5,0-7,5	свиньи	6,0-7,5
овцы	7,0-12,0	собаки	5,2-8,4
козы	12,0-18,0	кошки	6,6-9,4
лошади	6,0-9,0	куры	3,0-4,0
кролики	4,5-7,5		

Увеличение количества эритроцитов – эритроцитоз.

Физиологический эритроцитоз: при физических нагрузках; у животных, обитающих в высокогорных местностях.

Патологический относительный эритроцитоз (в результате гипогидротации): при профузном поносе; обильной рвоте; образовании транссудатов и экссудатов (экссудативные плевриты, перитониты, водянка грудной и брюшной полостей).

Патологический абсолютный эритроцитоз:

Реактивные эритроцитозы, вызванные гипоксией – сердечная недостаточность, пороки сердца, эмфизема легких, пневмосклероз.

Также при непроходимости кишечника (механические илиусы), отравлениях фосфором, диоксидом углерода, хлором, гипофункции селезенки, острой дистрофии печени, ацидозе.

Уменьшение количества эритроцитов – эритропения.

Наблюдают при различных видах анемий (железодефицитная, гипопластическая, В₁₂-дефицитная), острых кровопотерях, при длительных интоксикациях, хронических воспалительных процессах, отравлении гемолитическими ядами, инвазионных и инфекционных болезнях, пироплазмидозах, лучевой болезни, злокачественных новообразованиях, лейкозах, гипергидратации, в поздние сроки беременности.

Подсчет лейкоцитов (WBC)

Для подсчета количества лейкоцитов кровь можно разводить как в лейкоцитарном меланжере (с белой бусинкой), так и в пробирке.

Ход работы. Набирают кровь в смеситель для подсчета лейкоцитов до отметки 0,5, а затем до отметки 11 – жидкость Тюрка (3%-ный раствор уксусной кислоты – 100 мл, 1%-ный раствор метиленового синего – 1 мл). Получают разведение крови 1:20. Встряхивая в течение 2-3 минут, перемешивают содержимое. Под действием уксусной кислоты происходит гемолиз эритроцитов. Ядра лейкоцитов не разрушаются и окрашиваются метиленовой синью. Под микроскопом они видны в виде темных точек. Выпускают 3 капли на фильтровальную бумагу, а следующей каплей заряжают счетную камеру.

Пробирочный метод. В пробирку сначала вносят 0,4 мл жидкости Тюрка, а затем добавляют 0,02 мл крови автоматическим дозатором или пипеткой от гемометра Сали и смешивают. Пастеровской пипеткой набирают

разбавленную кровь и заряжают счетную камеру.

Камеру Горяева подготавливают к работе и заполняют по методике описанной выше (подсчет количества эритроцитов). Пользуясь малым увеличением микроскопа (8 x 15), подсчитать количество лейкоцитов в 100 больших (неразделенных на маленькие) квадратах.

Расчет количества лейкоцитов производят по следующей формуле:

$$X = A * 50$$

где X – количество лейкоцитов в 1 мм³ (мкл) крови;

A – количество лейкоцитов в 100 больших квадратах

9. Содержание лейкоцитов в крови взрослых здоровых животных, (тыс/мкл; 10⁹/л)

Вид животных	Содержание лейкоцитов в крови	Вид животных	Содержание лейкоцитов в крови
крс	4,5-12,0	свиньи	8,0-16,0
овцы	6,0-14,0	собаки	8,5-10,5
козы	8,0-17,0	кошки	10,0-20,0
лошади	7,0-12,0	куры	20,0-40,0
кролики	6,5-9,5		

Увеличение количества лейкоцитов – лейкоцитоз.

Различают относительный (перераспределительный) и абсолютный (реактивный и органический) лейкоцитозы. При перераспределительном лейкоцитозе в результате сосудистых реакций в периферическую кровь поступают лейкоциты из кровяных депо. Реактивный лейкоцитоз возникает как реакция органов лейкопоза на инфекцию, интоксикацию, аллергический процесс. В основе органического лейкоцитоза лежит опухолевое, лейкозное поражение аппарата лейкопоза.

Лейкоцитозы разделяют на:

- физиологические,
- медикаментозные,
- патологические.

Физиологический лейкоцитоз может быть при беременности (недолго до родов и сразу после них) – увеличение количества лейкоцитов главным образом за счет нейтрофилов; у новорожденных животных (в пер-

вые дни после рождения; в течение последующих двух недель происходит выравнивание) – в основном за счет нейтрофилов; после приема пищи, особенно содержащей много жиров (пищеварительный лейкоцитоз наблюдают у животных с однокамерным желудком – достигает максимума через 2 – 3 ч; у животных с многокамерным желудком его практически нет); после тяжелой физической нагрузки (миогенный лейкоцитоз).

Медикаментозный лейкоцитоз возникает после парентерального введения животным белковых препаратов, вакцин, сывороток, адреналина, кортикостероидов и кортикотропина, жаропонижающих, эфирных масел и др.

Патологические лейкоцитозы развиваются при острых инфекционных заболеваниях, воспалительных и гнойно-септических процессах, интоксикациях, лейкозах, уремии, кровопаразитарных заболеваниях, инфаркте миокарда, обширных ожогах, после обильных кровопотерь.

Наиболее выраженный лейкоцитоз наблюдается при хронических и острых лейкозах и гнойно-септических заболеваниях.

Уменьшение количества лейкоцитов – лейкоцитопения (лейкопения) – встречается при некоторых вирусных (панлейкопения кошек, чума свиней, инфекционный энцефаломиелит лошадей, повальное воспаление легких), бактериальных (сальмонеллез телят) болезнях, апластической анемии, стахиботриотаксикозе, истощении и лучевой болезни.

3.2. Изучение морфологии клеток крови

Техника приготовления мазков крови

Мазки крови готовятся на чистых обезжиренных предметных стеклах. Все новые стекла, а также бывшие в употреблении моют горячим мыльным раствором или кипятят в нем, после чего тщательно промывают проточной водой и хранят в смеси Никифорова (эфир и этиловый спирт в соотношении 1:1). Перед приготовлением мазков стекла достают, просушивают и протирают сухой чистой салфеткой.

На обезжиренное предметное стекло наносят небольшую каплю крови, отступив на 1 – 1,5 см от края. Для размазывания капли взять шлифованное стекло, поставить под углом 45° слева от капли, слегка придвинуть вправо до соприкосновения с ней (выждать пока капля расплывется по всему ребру) и легким быстрым движением провести стеклом справа-налево (рис. 16).

Мазок должен быть тонким, желтоватого цвета и оканчиваться неровными зигзагами в форме метелочки (рис. 17). Приготовленные мазки сушат на воздухе, а затем фиксируют метиловым спиртом (3-5 мин), этиловым спиртом (20-30 мин), смесью Никифорова (30 мин).

Фиксацию производят с целью предохранения мазков от разрушения форменных элементов и закрепления их на стекле. Мазки рекомендуется фиксировать не позднее 24 часов после высушивания, неокрашенные мазки могут храниться не более 2-3 недель.

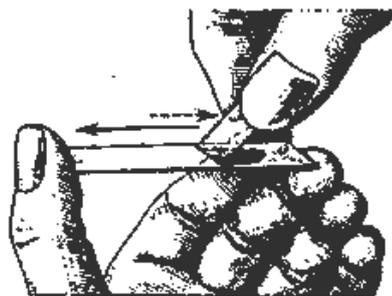


Рис. 16. Приготовление мазка крови

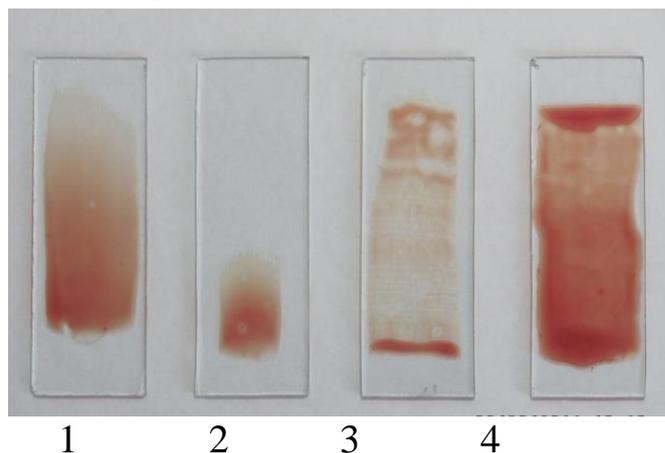


Рис. 17. Мазки крови: 1 – правильно приготовленный мазок; 2 – короткий мазок; 3 – мазок, приготовленный на плохо обезжиренном стекле; 4 – толстый мазок

Техника окраски мазков

Существуют различные способы окраски мазков в зависимости от целей исследования. Чаще используют следующие методы окраски.

Метод Романовского-Гимзы. Предварительно фиксированные мазки залить рабочим раствором красителя Романовского-Гимзы (2 капли готового заводского красителя на 1 мл дистиллированной воды) на 20-30 минут. Затем мазки промыть дистиллированной водой и высушить на воздухе.

Метод Май-Грюнвальда. Высушенный препарат фиксируется концентрированным раствором Эозина метиленового синего 3 минуты и промывается дистиллированной водой. Затем мазки окрашиваются рабочим раствором 10 минут, промываются дистиллированной водой и высушиваются на воздухе.

Для приготовления рабочего раствора на 15-20 мазков смешивают:

- 45 мл дистиллированной воды;
- 0,5 мл концентрированного фосфатного буфера (рН 6,4 – 7,0);
- 5 мл исходного концентрированного раствора Эозина.

Комбинированная окраска Май-Грюнвальда и Романовского Гимзы по Паппенгейму. На нефиксированный мазок наносят 20 капель фабричного раствора краски Май – Грюнвальда на 3 минуты. Через 3 минуты к покрывающей мазок краске добавляют 20 капель дистиллированной воды, размешивая стеклянной палочкой или глазной пипеткой. Спустя 1 минуту краску с мазка удаляют, препарат помещают в рабочий раствор краски Романовского – Гимзы. Через 10 – 15 минут препарат промывают водой и высушивают.

Исследование окрашенных мазков

На сухой окрашенный мазок наносят каплю иммерсионного масла и помещают под объектив микроскопа х 90 (100). Для лучшей освещенности поля зрения конденсор поднять до конца и открыть диафрагму.

Исследование лейкоцитов

В зависимости от свойств цитоплазмы и характера зернистости лейкоциты подразделяют на гранулоциты, или зернистые (базофилы, эозинофилы и нейтрофилы), и агранулоциты, или незернистые (лимфоциты и моноциты).

Эозинофилы (Э) – крупные круглой формы клетки диаметром 9 – 22 мкм (рис. 18; 19). Ядро окрашено в фиолетовый цвет. Цитоплазма нежно-голубая с розово-красной или ярко-красной зернистостью (гранулы круглые или слегка овальные). Характер ядра зависит от степени зрелости клетки: у зрелых форм ядро сегментировано, у молодых – округлое.

У лошадей, крупного рогатого скота и свиней ядро чаще состоит из двух сегментов, а у овец, коз и собак – из трех. Наиболее крупные гранулы встречаются в цитоплазме эозинофилов у лошадей и собак; у кошек гранулы расположены очень густо, нередко они палочковидной формы и неодинаковых размеров. При растворении гранул на их месте образуются вакуоли, в раздавленных клетках гранулы лежат свободно, как бы рассыпавшись.



Рис. 18. Эозинофил коровы

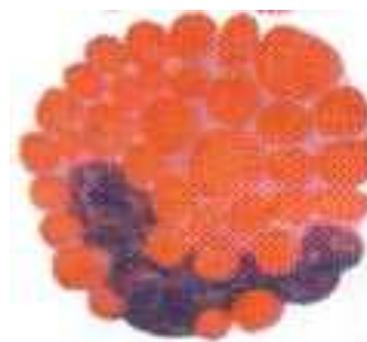


Рис. 19. Эозинофил лошади

Базофилы (Б) – круглой или овальной формы клетки диаметром 11 – 17 мкм (рис. 20). У зрелых форм ядро полиморфное, плохо заметное, с неясными очертаниями, окрашено в фиолетовый цвет или слабо-фиолетовый с бордовым оттенком. Цитоплазма бледно-розовая или бледно-фиолетовая (что обусловлено растворением гранул в процессе приготовления мазка).



Рис. 20. Базофил

Крупные гранулы округлые или расплывчатые, окрашены в темно-фиолетовый, темно-синий или черный цвет, нередко разрушены – на их месте образуются вакуоли.

Нейтрофилы (Н) – клетки округлой формы, диаметром 9,5 – 14,5 мкм. По степени зрелости различают миелоциты, юные (метамиелоциты), палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы (рис. 21 – 23).

Миелоциты (М) – наиболее молодые клетки с неравномерно окрашенным в фиолетовый цвет округлым или овальным ядром, расположенным чаще эксцентрично. Цитоплазма клеток розового или светло-синего цвета, с мелкой нежной розовой зернистостью. В крови здоровых животных миелоцитов нет.

Юные (Ю) нейтрофилы содержат окрашенное в фиолетовый цвет ядро: широкое с центральным вдавлением (бобовидной формы) или немного вытянутое (подковообразное). Цитоплазма розового цвета, иногда плохо окрашена, с мелкой, нежной розовой зернистостью. В периферической крови взрослых животных юные нейтрофилы не всегда удается обнаружить.



Рис. 21. Юный нейтрофил

Палочкоядерные (П) нейтрофилы у здоровых животных они постоянно присутствуют в крови. Ядро неравномерно окрашено в темно-фиолетовый цвет; приблизительно одного диаметра по всей длине, может быть изогнуто в виде дужки, полумесяца, латинской буквы S,



Рис. 22. Палочкоядерный нейтрофил

на концах булавовидно вздуто; в отдельных местах на ядре заметны небольшие перехваты. Цитоплазма бледно-розового цвета, с мелкой розоватой зернистостью (часто плохо видна).

Сегментоядерные (С) нейтрофилы отличаются от палочкоядерных лишь характером ядра, которое состоит из 2 – 5 сегментов, соединенных тонкими, иногда едва заметными перемычками. Ядро окрашивается неравномерно в темно-фиолетовый цвет.

Нейтрофилы птиц, кроликов и морских свинок отличаются от нейтрофилов других животных тем, что способны воспринимать кислые красители, поэтому гранулы в их цитоплазме окрашиваются в красный цвет, что делает их похожими на эозинофилы крови других животных; поэтому они обозначаются термином **псевдоэозинофилы** (рис. 24).

Моноциты (М) – это крупные клетки диаметром 12 – 24 мкм, округлой или нередко неправильной формы. Ядро характеризуется разнообразием формы: может быть бобовидным, округлым, многолопастным; окрашивается неравномерно в слабо фиолетовый цвет с темно-фиолетовыми пятнами. Цитоплазма моноцитов серо-голубого, серо-синеватого цвета со светлым фиолетовым оттенком, вблизи от ядра содержит мелкую пылевидную зернистость (рис. 25).

Лимфоциты (Л) по размеру подразделяют на малые (6 – 9 мкм), средние (10 – 14 мкм) и большие (14 – 19 мкм). Доминирующий компонент лимфоцита – ядро округлой или слегка овальной формы, интенсивно окрашенное в темно-синий цвет. Цитоплазма светло-синяя, обычно с перинуклеарной зоной (просветление вокруг ядра), иногда в ней выявляют азурофильную зернистость. Больше всего в перифериче-



Рис. 23. Два сегментоядерных нейтрофила



Рис. 24. Псевдоэозинофил кролика (сегментоядерный)

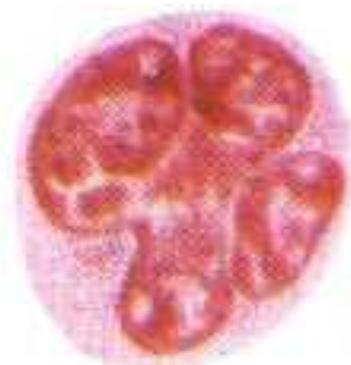


Рис. 25. Моноцит

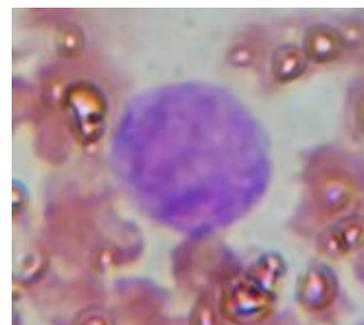


Рис. 26. Большой лимфоцит

ской крови обнаруживают малых лимфоцитов (до 95%), у которых цитоплазма расположена в виде узкого ободка, или «серпа», вокруг темноокрашенного ядра (рис. 26-27).

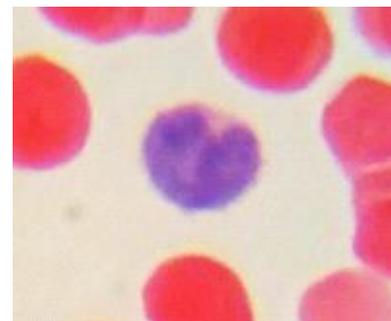


Рис. 27. Малый лимфоцит

Лейкограмму выводят путем дифференциального подсчета в мазке крови 100 или 200 лейкоцитов и записи результатов в определенной последовательности (табл. 10).

Подсчет лейкоцитов проводят одним из представленных методов (рис. 28).



Рис. 28. Методы выведения лейкограммы: 1 – четырехпольный; 2 – трехпольный; 3 – однопольный; 4 – ступенчатый

10. Лейкограмма крови здоровых животных, (%)

Вид животных	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М
			М	Ю	П	С		
КРС	0-2	3-8	0	0-1	2-5	20-35	40-65	2-7
овцы	0-1	4-12	0	0-2	3-6	35-45	40-50	2-5
козы	0-1	3-12	0	0	1-5	29-38	47-64	2-4
лошади	0-1	2-6	0	0-1	3-6	45-62	25-44	2-4
свиньи	0-1	3-9	0	0-2	2-4	40-48	40-50	2-6
собаки	0-1	6-10	0	0	1-6	43-71	21-40	1-5
кошки	0-1	2-8	0	0-1	3-9	40-45	36-51	1-5
кролики	0-2	1-3			5-9	33-39	48-62	1-3
куры	1-3	6-10				24-30	52-60	4-10

Изменения лейкограммы

При различных заболеваниях лейкограмма у животных может изменяться в трех направлениях: увеличение или уменьшение содержания отдельных видов лейкоцитов (видовые лейкоцитозы и лейкопении – нейтрофилия и нейтропения, лимфоцитоз и лимфоцитопения, эозинофилия и эозинопения, моноцитоз и моноцитопения, базофилия); появление молодых незрелых форм (нейтрофилии со сдвигом ядра влево); возникновение патологических изменений в ядре и цитоплазме лейкоцитов.

Увеличение или уменьшение содержания какого-либо вида лейкоци-

тов может быть относительным и абсолютным. Не всегда увеличение процентного содержания соответствует истинному увеличению количества лейкоцитов.

Для определения абсолютного числа отдельных видов лейкоцитов в 1 мкл крови необходимо общее число лейкоцитов последовательно умножить на процент каждого вида клеток лейкограммы и разделить на 100 (табл. 11).

11. Пример определения абсолютного числа отдельных видов лейкоцитов

	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М	Кол-во лейкоцит. в 1 мкл крови
			М	Ю	П	С			
% содержания лейкоцитов	1	6	0	1	3	24	61	4	7000
абсолютное содержание лейкоцит. в 1 мкл крови	70	420	0	70	210	1680	4270	280	—

Абсолютный видовой лейкоцитоз характеризуется увеличением абсолютного числа лейкоцитов данного вида при нормальном или повышенном общем количестве лейкоцитов в крови.

Относительный видовой лейкоцитоз сопровождается уменьшением общего количества лейкоцитов и преобладанием в крови лейкоцитов данного вида за счет уменьшения числа других форм клеток, при этом абсолютное число лейкоцитов преобладающего вида остается в пределах нормы.

Нейтрофилия (нейтрофилез, нейтрофильный лейкоцитоз) – увеличение количества нейтрофилов. В клинической практике, встречается чаще всего. Нейтрофилия часто сопровождается увеличением процента палочкоядерных форм, и появлением юных нейтрофилов и миелоцитов, т. е. происходит ядерный сдвиг «влево» (в лейкограмме эти разновидности нейтрофилов записывают левее сегментоядерных форм). Заметное возрастание процента только сегментоядерных нейтрофилов обозначают как ядерный сдвиг «вправо». Различают следующие разновидности нейтрофилии:

Нейтрофилия с простым регенеративным сдвигом характеризуется увеличением числа палочкоядерных нейтрофилов до 10 – 13 %; процент сегментоядерных клеток при этом в норме или слегка уменьшен; общее число лейкоцитов увеличено незначительно. Эту разновидность нейтрофилии наблюдают при хронических и скрытых инфекциях (сап, туберкулез легких), при легко протекающих острых инфекциях, протозойных заболеваниях, эн-

докардите, воспалительных и некротических тканевых процессах с доброкачественным течением (нагноившиеся раны, местные гнойные очаги).

Нейтрофилия с резким регенеративным (гиперрегенеративным) сдвигом сопровождается появлением в периферической крови юных нейтрофилов и миелоцитов, процент палочкоядерных нейтрофилов повышен, а сегментоядерных понижен, общее число лейкоцитов увеличено. Встречается при острых инфекциях (сап, контагиозная плевропневмония, мыт, перипневмония крупного рогатого скота, и др.), перитоните, тяжелом фарингите и других септических процессах.

Нейтрофилия с дегенеративным (гипопластическим) сдвигом характеризуется увеличением количества палочкоядерных форм и появлением дегенеративных форм нейтрофилов (бесструктурный характер ядра, наличие токсической зернистости и вакуолей в цитоплазме); процент сегментоядерных клеток уменьшен. Общее число лейкоцитов в норме или даже уменьшено. Это состояние развивается при длительном и сильном воздействии на кроветворные органы бактериальных ядов, отравлениях химическими веществами, при тяжелых глистных инвазиях, гиповитаминозах, кахексии, раке. Дегенеративный сдвиг на фоне лейкоцитоза характерен для острого перитонита, уремической и диабетической коме, сальмонеллеза, токсической дизентерии; дегенеративный сдвиг влево на фоне лейкопении – для вирусных инфекций.

Нейтрофилия со сдвигом ядра вправо характеризуется увеличением содержания старых, гиперсегментированных (более 5 сегментов) нейтрофилов при нормальном или незначительно сниженном проценте палочкоядерных форм. Она может быть трех вариантов: 1) незначительное повышение процента сегментоядерных нейтрофилов на фоне небольшого лейкоцитоза – наблюдается после кровопотерь, при легком течении инфекций, мышечном напряжении; 2) увеличение количества сегментоядерных нейтрофилов при нормальном или пониженном количестве лейкоцитов – встречается у старых и истощенных животных; 3) значительное возрастание количества сегментоядерных нейтрофилов с появлением в них признаков дегенерации при понижении или отсутствии в лейкограмме палочкоядерных форм и выраженной лейкопении – отмечают при хронических септических процессах, раке, тяжело протекающих инвазионных заболеваниях.

Нейтропения – уменьшение процента нейтрофилов в лейкограмме. Наблюдают в период выздоровления при инфекционных, вирусных болез-

нях, протекающих с лимфоцитозом (чума свиней, инфекционная анемия); инфекциях, вызванных простейшими, риккетсиями, при микозах и микотоксикозах; при аплазии и гипоплазии костного мозга; новообразованиях костного мозга или наличия в нем метастазов; в результате применения некоторых лекарственных средств (цитостатические препараты, используемые при лечении рака, сульфаниламиды, антибиотики и др.); воздействии ионизирующего излучения.

Нейтропения, сопровождающаяся нейтрофильным сдвигом влево на фоне гнойно-воспалительных процессов, свидетельствует о значительном снижении сопротивляемости организма и неблагоприятном прогнозе заболевания.

Индекс ядерного сдвига.

Особое значение имеет учет возрастного состава нейтрофилов, которые при патологических состояниях наиболее подвержены количественным и качественным изменениям. Вычисляется индекс сдвига как отношение суммы всех несегментированных форм нейтрофилов к сегментированным:

$$\text{ИС (индекс сдвига)} = \frac{\text{М (\%)} + \text{Ю (\%)} + \text{П (\%)}}{\text{С (\%)}}$$

При нормальном количестве палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов индекс ядерного сдвига не превышает 0,06 – 0,08. Ядерный сдвиг от 0,08 до 0,15 называется слабым левым сдвигом, от 0,15 до 0,45 – средним, ядерный сдвиг выше 0,45 считается резким сдвигом влево. Показатель ядерного сдвига ниже 0,05 указывает на сдвиг вправо за счет исчезновения молодых форм нейтрофилов и преобладания в крови зрелых старых сегментированных форм.

Лимфоцитоз – увеличение процента лимфоцитов в лейкограмме (относительное и абсолютное) встречается преимущественно при вирусных и бактериальных инфекциях (бруцеллез, туберкулез), болезнях крови (лимфолейкоз, лимфосаркома), паразитарных заболеваниях (пироплазмоз, токсоплазмоз), приеме нестероидных противовоспалительных нестероидных средств (НПВС), при поражении желез внутренней секреции (сахарном диабете, тиреотоксикозе), интоксикациях, истощении, как относительный лимфоцитоз при нейтропении.

Лимфоцитопения (лимфопения) – снижение содержания лимфоцитов в крови. Чаще всего лимфопения сопровождается нейтрофилией, что наблюдается при сепсисе (тяжело протекающие гнойные и септические заболевания).

Абсолютная лимфоцитопения наблюдается при лимфогранулематозе, лучевой болезни, иммунодефицитных состояниях, почечной недостаточности, хронических заболеваниях печени, недостаточности кровообращения,

Наиболее выраженная лимфопения регистрируется при иммунодефицитах и требует незамедлительного комплексного исследования иммунной системы животного.

Эозинофилия – увеличение процента эозинофилов в лейкограмме. Чаще встречается при инвазиях (фасциолез, эхинококкоз, трихинеллез, стронгилоидоз, финноз, эймериоз и др.), кожных заболеваниях паразитарного характера, микозах (стахиботриотоксикоз), аллергических заболеваниях (бронхиальная астма, крапивница, сывороточная болезнь и т. д.), хронической альвеолярной эмфиземе легких, хроническом бронхите, роже свиней, миелолейкозе, после применения некоторых лекарственных средств (антибиотики, сульфаниламиды, тканевые препараты и др.). Эозинофилию наблюдают также при переходе остропротекающих болезней в хронические.

Эозинопения – снижение процента эозинофилов в лейкограмме. Может возникать при сепсисе, вирусных заболеваниях, пироплазмозе, интоксикациях, уремии. При воспалительных заболеваниях обнаружение эозинопении в сочетании с выраженной нейтрофилией указывает на хорошую реакцию органов гемопоеза на патологический раздражитель; сочетание эозинопении с лейкопенией (нейтропенией) следует рассматривать как неблагоприятный признак

Моноцитоз – увеличение процента моноцитов в лейкограмме. Наблюдают при затухании инфекционного процесса, что указывает на благоприятный исход болезни. Моноцитоз может встречаться при острых воспалительных процессах в сочетании с нейтрофилией; кровепаразитарных заболеваниях (пироплазмоз, нутталиоз, трипаносомоз и др.), а также при хронической инфекционной анемии, туберкулезе, некоторых формах лейкоза, злокачественных новообразованиях, язвенном перикардите.

Моноцитопения – уменьшение процента моноцитов в лейкограмме. Встречается при сильно выраженных нейтрофилиях, вызванных тяжелыми септическими процессами, инфекционных заболеваниях, апластических анемиях, применении кортикостероидов. Полное исчезновение моноцитов считают неблагоприятным прогностическим признаком.

Базофилия – увеличение процента базофилов в лейкограмме. Отмечают при гельминтозах, аллергических состояниях, хронических воспалитель-

ных процессах в ЖКТ, голодании, хроническом миелолейкозе, гипотиреозе, чуме свиней, паралитической миоглобинурии (в фазу выздоровления).

Исследование эритроцитов

Морфологические признаки зрелых эритроцитов млекопитающих (за исключением верблюдов и ламы) в основном очень сходны. В эритроцитах отсутствует ядро, они окрашиваются в красноватый или красновато-оранжевый цвет и имеют форму двояковогнутого диска. Основные отличия заключаются в различных размерах и в интенсивности центральной зоны просветления. Центральная зона просветления является светлоокрашенной областью в центре клетки, что связано с близким расположением клеточных мембран в этом месте. Эритроциты птиц и низших позвоночных – ядерные клетки эллипсоидной формы.

Другим морфологическим признаком, который может присутствовать у здоровых животных, является наложение или слипание эритроцитов в виде «монетного столбика». Соединение в «монетный столбик» – это организованное линейное построение эритроцитов, когда один накладывается на другой. Степень формирования «монетных столбиков» зависит от разницы в зарядах на поверхности эритроцитов, с увеличением этого заряда степень слипания увеличивается (табл. 12).

12. Морфологические признаки нормальных эритроцитов

Вид животных	Диаметр (мкм)	Центральная зона просветления	«Монетный столбик» из эритроцитов
Лошадь	5,7	+/-	+++
Корова	5,5	+	-
Овца	4,5	+	+/-
Коза	3,2	+/-	+/-
Собака	7,0	++	+
Кошка	5,8	+	++
Кролик	6,5	+/-	-

Патологические изменения эритроцитов чаще наблюдаются при анемиях. Они характеризуются изменением размера (*анизоцитоз*), формы (*пойкилоцитоз*), окраски (*анизохромия*) и появлением различных включений (остатки ядра) (рис. 14).

 Нормальный эритроцит животного	 Нормальный эритроцит птицы	 Слипание эритроцитов в виде «монетного столбика»	
 Гипохромный эритроцит (анизохромия)	 Астроцит (пойкилоцитоз)	Эритроциты с остатками ядра	
		 тельца Жолли	 кольцо Кебота

Рис. 29. *Нормальные и патологические эритроциты*

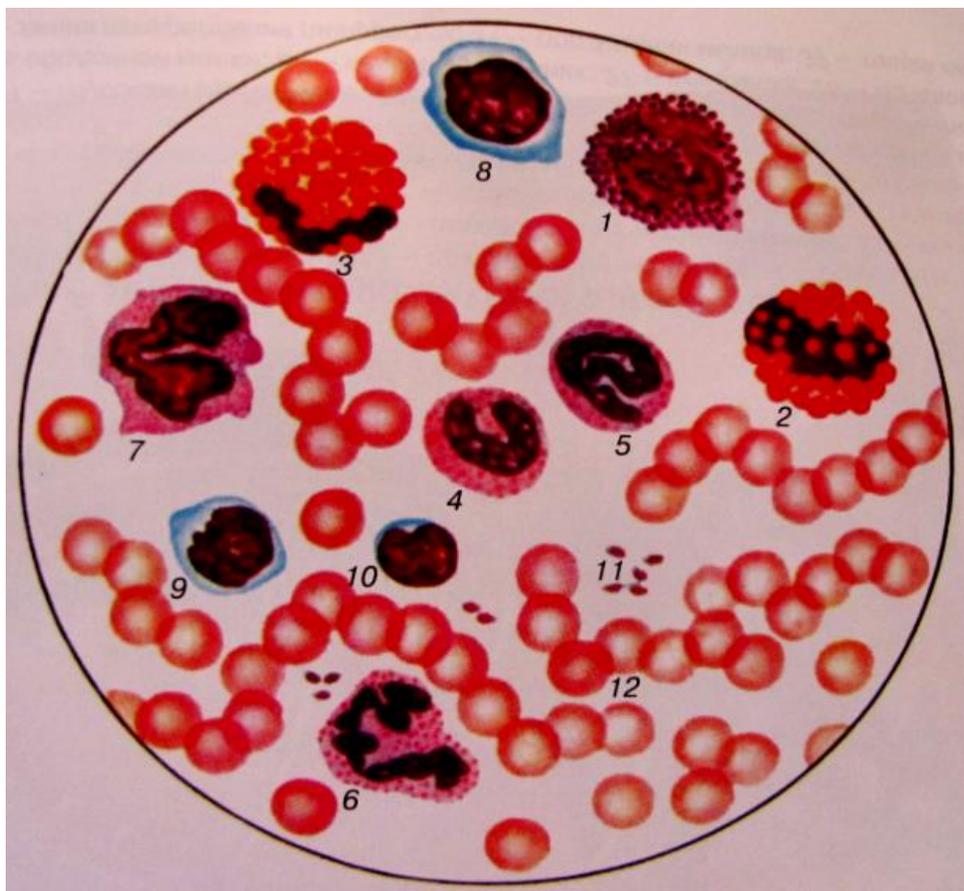


Рис. Форменные элементы крови лошади: 1 – базофил; 2 – эозинофил палочкоядерный; 3 – эозинофил сегментоядерный; 4 – юный нейтрофил; 5 – палочкоядерный нейтрофил; 6 – сегментоядерный нейтрофил; 7 – моноцит; 8 – большой лимфоцит; 9 – средний лимфоцит; 10 – малый лимфоцит; 11 – тромбоцит; 12 – эритроциты

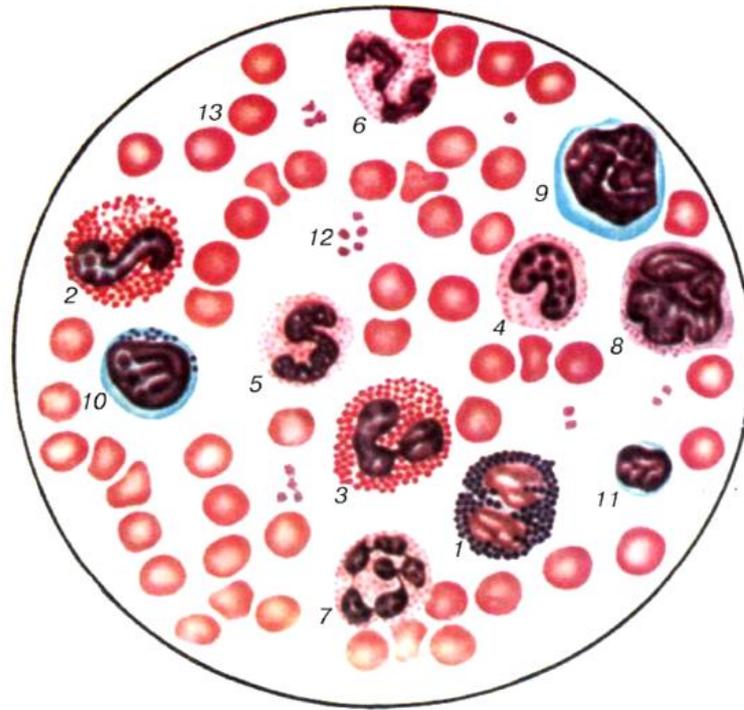


Рис. Форменные элементы крови крупного рогатого скота: 1 – базофил; 2 – эозинофил палочкоядерный; 3 – эозинофил сегментоядерный; 4 – юный нейтрофил; 5 – палочкоядерный нейтрофил; 6,7 – сегментоядерные нейтрофилы; 8 – моноцит; 9 – большой лимфоцит; 10 – средний лимфоцит; 11 – малый лимфоцит; 12 – тромбоцит; 13 – эритроциты

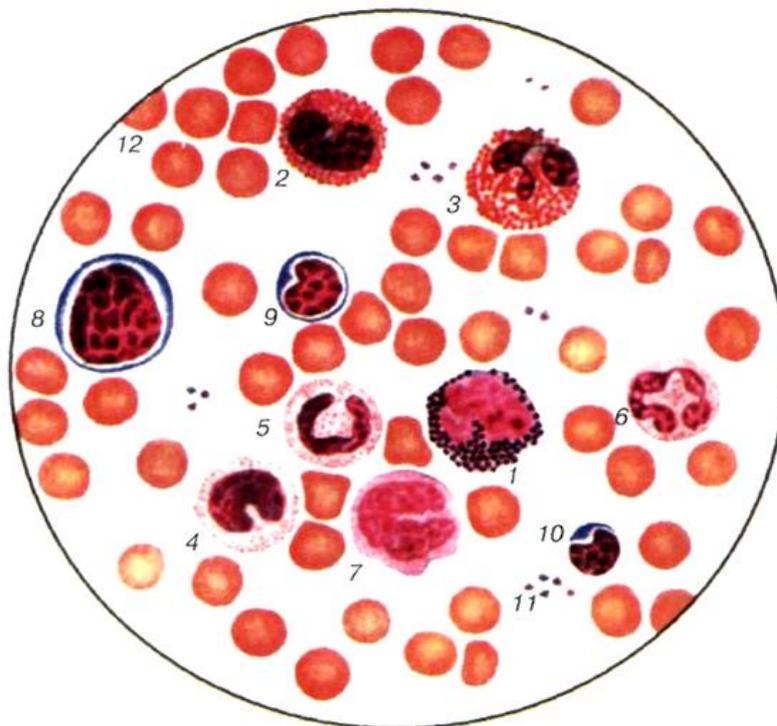


Рис. Форменные элементы крови свиньи: 1 – базофил; 2 – эозинофил палочкоядерный; 3 – эозинофил сегментоядерный; 4 – юный нейтрофил; 5 – палочкоядерный нейтрофил; 6 – сегментоядерный нейтрофил; 7 – моноцит; 8 – большой лимфоцит; 9 – средний лимфоцит; 10 – малый лимфоцит; 11 – тромбоцит; 12 – эритроциты

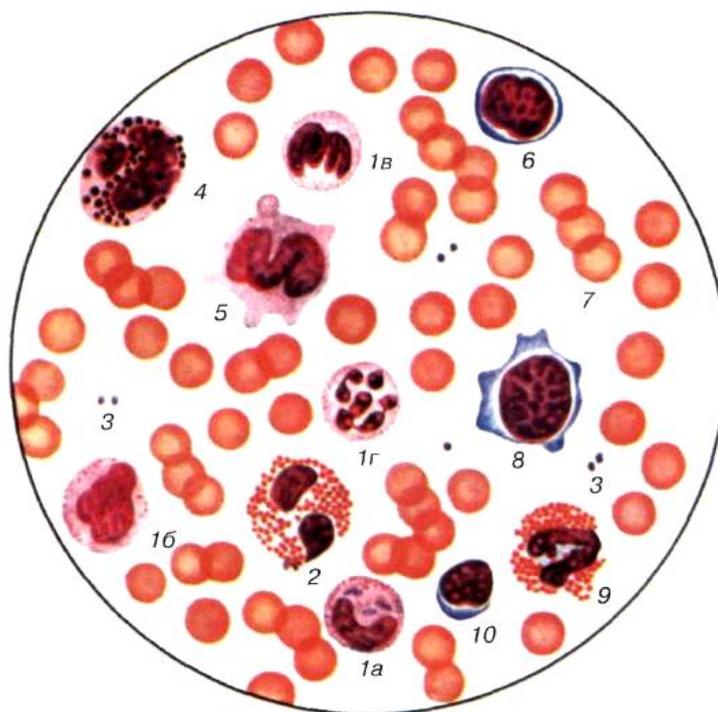


Рис. Форменные элементы крови собаки: 1 – нейтрофилы: А – юный (с тельцами деле); Б – миелоцит; В – палочкоядерный; Г – сегментоядерный; 2 – эозинофил сегментоядерный; 3 – кровяные пластинки; 4 – сегментоядерный базофил; 5 – моноцит; 6 – средний лимфоцит; 7 – эритроцит; 8 – большой лимфоцит; 9 – палочкоядерный эозинофил; 10 – малый лимфоцит

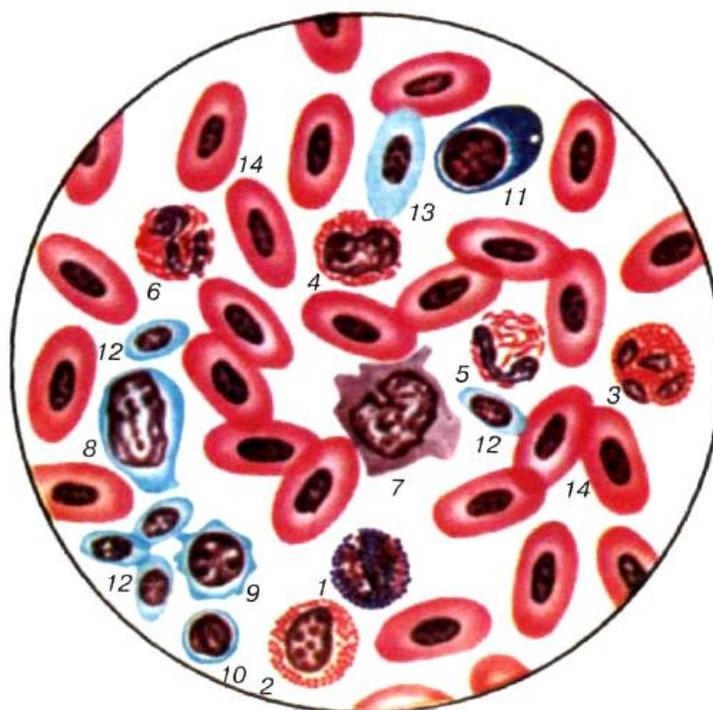


Рис. Форменные элементы крови курицы: 1 – базофил; 2 – эозинофил палочкоядерный; 3 – эозинофил сегментоядерный; 4 – юный псевдоэозинофил; 5 – палочкоядерный псевдоэозинофил; 6 – сегментоядерный псевдоэозинофил; 7 – моноцит; 8 – большой лимфоцит; 9 – средний лимфоцит; 10 – малый лимфоцит; 11 – плазмоцит (клетка тюрка); 12 – тромбоциты; 13 – эритроцит базофильный; 14 – эритроциты оксифильные

4. Библиографический список

1. Бурмистров, Е.Н. Шанс био: лабораторная диагностика / Е.Н. Бурмистров, Н.А. Гришина, И.П. Бакланова и др. – Москва, 2006. – 156 с.
2. Кавенькин, Н.А. Методы взятия крови у свиней при массовых исследованиях / Н.А. Кавенькин, Ю.Ю. Данко, Н.В. Зеленовский – Ленинград, 1990. – 10 с.
3. Клиническая диагностика с рентгенологией: учебник для вузов / под ред. Е.С. Воронина. – М.: «КолосС», 2006. – 509 с.
4. Круглова, Ю.С. Морфологические исследования крови у различных видов животных (клиническая гематология): метод. указ. / Ю.С. Круглова, А.В. Коробов. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 48 с.
5. Медведева, М.А. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика. Справочник для ветеринарных врачей. – М.: ООО «Аквариум-Принт», 2008. – 416 с.
6. Практикум по клинической диагностике болезней животных/ под ред. Е.С. Воронина. – М.: «КолосС», 2003. – 269 с.
7. Никитин, В.Н. Гематологический атлас сельскохозяйственных и лабораторных животных /В.Н. Никитин – М.: Сельхозгиз, 1956.
8. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / под ред. проф. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Взятие крови у различных видов	3
2. Физико-химические показатели крови	7
2.1. Скорость свертывания крови	7
2.2. Относительная плотность крови	7
2.3. Вязкость крови	8
2.4. Скорость оседания эритроцитов	9
2.5. Определение резистентности эритроцитов	11
2.6. Содержание гемоглобина в крови	12
2.7. Определение гематокритной величины	15
3. Исследование морфологического состава крови	16
3.1. Определение количества форменных элементов в счетной камере Горяева	16
Подсчет эритроцитов.....	17
Подсчет лейкоцитов.....	19
3.2. Изучение морфологии клеток крови.....	21
Техника приготовления мазков крови.....	21
Техника окраски мазков.....	22
Исследование окрашенных мазков.....	23
Исследование лейкоцитов.....	22
Изменения лейкограммы.....	26
Исследование эритроцитов.....	31
4. Библиографический список.....	32

Учебное издание

В.В. ЧЕРНЕНОК, Ю.И. СИМОНОВ
Л.Н. СИМОНОВА, Ю.Н. ЧЕРНЕНОК

КЛИНИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВИ.
ПОКАЗАТЕЛИ В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ

учебно-методическое пособие

издание второе
переработанное и дополненное

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 05.07.2016 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,15. Тираж 50 экз. Изд. № 5070.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ

