

A detailed illustration of a blood vessel's interior, showing a network of red, fibrous walls. Numerous red blood cells, depicted as biconcave discs, are scattered throughout the vessel, some appearing to be in motion. The overall color palette is dominated by various shades of red and pink, creating a sense of depth and biological complexity.

**Л. Г. Блиняева, В. О. Лемешевский,
М. В. Синелева**

**ФИЗИОЛОГИЯ
КРОВИ**



Учреждение образования
«Международный государственный экологический
институт имени А. Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

Л. Г. Блиняева, В. О. Лемешевский, М. В. Синелева

ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Учебно-методическое пособие

Минск
«ИВЦ Минфина»
2018

УДК 612.1
ББК 28.707.3
Б69

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат биологических наук, и. о. заведующего лабораторией
физиологии питания и спорта Института физиологии НАН Беларуси
Т. Б. Мелик-Касумов;

кандидат медицинских наук, доцент,
доцент кафедры общей экологии, биологии и экологической генетики
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ *Н. В. Кокорина*

Блиняева, Л. Г.

Б69 Физиология крови : учебно-методическое пособие / Л. Г. Блиняева, В. О. Лемешевский, М. В. Синелева. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 60 с.
ISBN 978-985-7205-06-6.

В пособие включено описание лабораторных работ и протоколы их оформления, рассматриваются контрольные вопросы к занятиям, предлагается список рекомендуемой литературы и словарь-справочник.

Предназначено студентам специальностей 1-33 01 05 – Медицинская экология, 1-80 02 01 – Медико-биологическое дело, изучающих дисциплины «Нормальная и экологическая физиология» и «Нормальная физиология».

**УДК 612.1
ББК 28.707.3**

ISBN 978-985-7205-06-6

© Блиняева Л. Г., Лемешевский В. О.,
Синелева М. В., 2018
© МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2018

Введение

В Международном государственном экологическом институте им. А. Д. Сахарова БГУ обучение студентов по специальностям «Медицинская экология» и «Медико-биологическое дело» включает преподавание дисциплин «Нормальная физиология», «Нормальная и экологическая физиология». В программу преподавания данных предметов лабораторные занятия по теме «Физиология крови».

В пособии содержится 12 лабораторных работ, объединенных в 3 раздела: «Форменные элементы крови и методы их исследования. Физиологическая оценка результатов общего анализа крови», «Группы крови. Система АВО. Резус (Rh). Методы определения», «Физико-химические свойства крови. Гомеостаз». Каждая лабораторная работа структурирована следующим образом: краткое теоретическое изложение вопроса, цель работы, перечень используемого оборудования и материалов, описание порядка выполнения и протоколов оформления. Представлены также контрольные работы по теоретической и практической частям занятия.

Важной составляющей пособия являются справочные материалы. Словарь-справочник по теме «Физиология крови» 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 «Нормальная физиология» и «Нормальная и экологическая физиология».

Раздел 1. Форменные элементы крови и методы их исследования. Физиологическая оценка результатов общего анализа крови

Работа 1. Техника взятия капиллярной крови из пальца. Профилактика инфицирования.

Цель работы: освоить методику взятия капиллярной крови из пальца и проведения профилактики инфицирования.

Профилактика инфицирования

Для проведения общего клинического анализа крови часто используется капиллярная кровь. При работе с кровью следует помнить о возможной инфицированности крови вирусами (ВИЧ, гепатита и др.) и связанным с этим повышенным риском заражения, которому подвергаются лаборанты, проводящие серологические и клинические исследования. Поэтому при проведении анализа крови нужно руководствоваться приказами Министерства здравоохранения РБ № 66 от 2.04.1993г., № 317 от 10.07.1995 г. и № 351 от 16.12.1998 г. о профилактике вирусного гепатита и СПИДа у медицинского персонала, занятого забором и исследованием крови.

При лабораторных исследованиях с возможным попаданием на медицинского работника крови или биологических жидкостей используются средства индивидуальной защиты. Обязательны для него – медицинский халат, резиновые перчатки, очки и маска (или щиток).

Любое повреждение кожи, слизистых, попадание на их крови или другой биологической жидкости пациента должно квалифицироваться как возможный контакт с материалом, содержащим ВИЧ или другой агент инфекционного заболевания.

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

- 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 альбуцида из тубика-капельницы;

- глаза – промыть глаза водой (чистыми руками), закапать 30 % раствор альбуцида из тубика-капельницы. При отсутствии 30 % раствора альбуцида 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.

Для работы необходимы: скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маска, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

Взятие капиллярной крови у пациента должно проводиться следующим образом:

1. Пациент должен сидеть напротив врача, рука (лучше нерабочая) должна находиться на столе.

2. Забор крови проводят из 4-го пальца, поскольку синовиальное влагалище его изолировано, что предотвращает распространение воспалительного процесса на кисть в случае инфицирования места укола.

3. Кожа пальца дезинфицируется спиртом.

4. Скарификатор берут пинцетом из стерилизатора за середину, а затем рукой за конец, противоположный колющему, подняв скарификатор острием вверх, чтобы капля жидкости не стекала за режущий край.

5. Прокол кожи делают в подушечке пальца в центральной точке, скарификатор погружают на всю глубину режущей поверхности.

6. Первую каплю крови снимают сухой ватой (чтобы не было примеси тканевой жидкости), тщательно вытирают палец (кожа должна быть сухой).

7. Следующая капля крови должна иметь выпуклый мениск и не растекаться по пальцу, эта и последующие капли крови берутся для анализа.

8. После забора крови место укола обрабатывается спиртом или йодом.

Отчет

В лабораторную тетрадь запишите методику взятия капиллярной крови из пальца.

Контрольные вопросы

1. Назовите меры по профилактике инфицирования при контакте с кровью или другой биологической жидкостью.
 2. Почему не рекомендуется делать забор крови из первой капли?
 3. Почему кровь обычно берут из подушечки 4-го пальца нерабочей руки?
-

Работа 2. Подсчет эритроцитов и лейкоцитов в счетной камере под микроскопом.

Цель работы: ознакомиться со счетной камерой. Освоить методику подсчета эритроцитов и лейкоцитов в счетной камере.

Кровь состоит из жидкой части – плазмы и взвешенных в ней форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов. Форменные элементы составляют около 45 % объема крови, остальные 55 % приходятся на долю плазмы. Количество форменных элементов принято выражать их числом в 1 л или в 1 мкл крови.

Содержание форменных элементов в крови составляет в норме:

эритроцитов: у мужчин – $(3,9-5,1) \times 10^{12}/л$,

у женщин – $(3,7-4,9) \times 10^{12}/л$,

лейкоцитов (независимо от пола) – $(4-9) \times 10^9/л$,

тромбоцитов (независимо от пола) – $(150-450) \times 10^9/л$.

Для подсчета форменных элементов кровь разбавляют в специальных смесителях (меланжерах), чтобы создать оптимальную для подсчета концентрацию клеток. 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». 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.

Счетная камера типа Горяева или Алфорова–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

ва. Так как высота боковых площадок на 0,1 мм больше средней, при наложении покровного стекла над сеткой образуется пространство глубиной в 0,1 мм.

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.

Задание 1. Подсчет эритроцитов.

Для работы необходимы: смеситель для эритроцитов (пробирки, пипетки, стеклянные палочки), счетная камера, 3 % раствор NaCl, скарификаторы в стерилизаторах, вата, 70 % раствор спирта, 5 % настойка йода, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

1. Метод с использованием смесителя.

В смеситель для эритроцитов набираем сначала кровь до метки 0,5, а затем 3 % раствор NaCl до метки 101 (кровь разбавляется в 200 раз). Зажав концы смесителя 1 и 3 пальцами, встряхиваем его в течение 1–2 мин, иначе взвесь будет неравномерной, а результат неправильным. Счетную камеру заполняем каплями из ампулы смесителя, предварительно удалив первые 5–6 капель разведенной крови из конца капилляра меланжера на вату или фильтровальную бумагу.

2. Пробирочный метод.

В клинических лабораториях для разведения применяют пробирочный метод: в предварительно высушенную чистую пробирку точно отмеряют пипеткой 4 мл 3 % раствора NaCl. Кровь для анализа набирают в количестве 20 мкл, осторожно выдувают в пробирку с разводящей жидкостью, промывают этой жидкостью пипетку, закрывают резиновой пробкой и тщательно перемешивают. Полученное разведение 1:201 можно считать равным 1:200. Кровь, взятую в пробирки, необходимо перед заполнением камеры встряхнуть несколько раз, держа пробирку вертикально. После этого концом круглой стеклянной палочки отбирают из пробирки, наклоняя ее, каплю крови и заполняют камеру так, чтобы вся поверхность, на которой нанесена сетка, была заполнена жидкостью без затекания ее в бороздки и без пузырьков воздуха.

Считаем эритроциты под большим увеличением микроскопа в 5 больших квадратах, расположенных по диагонали. В каждом большом квадрате находится 16 маленьких квадратиков. Подсчет клеток ведем,

руководствуясь правилом Егорова: к данному квадратику относятся эритроциты, лежащие как внутри, так и на его левой и верхней границе.

Допустим, что в 5 больших квадратах (80 маленьких) найдено суммарное количество эритроцитов, равное Э. Число эритроцитов в объеме пространства ($1/4000 \text{ мм}^3$) над одним маленьким квадратом будет равно Э/80. Чтобы узнать, сколько эритроцитов содержится в 1 мм крови, Э/80 умножаем на 4000, а полученное число умножаем на 200, поскольку кровь была разведена в 200 раз. Для расчета содержания числа эритроцитов в 1 л крови (X) полученное число эритроцитов в 1 мкл (1 мм^3) умножаем на 10^6 .

$$X = (\text{Э} \times 4000 \times 200 \times 10^6) / 80 = \text{Э} \times 10^{12} / \text{л}$$

Отчет

Опишите методику подсчета эритроцитов в счетной камере. Подсчитайте суммарное число эритроцитов в 5 больших квадратах, расположенных по диагонали. Рассчитайте по формуле число эритроцитов в 1 л крови. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

Задание 2. Подсчет лейкоцитов.

Для работы необходимы: смеситель для лейкоцитов, счетная камера, 5 % раствор уксусной кислоты, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

1. Метод с использованием смесителя.

В смеситель для лейкоцитов наберите кровь до метки 0,5, затем 5 % раствор уксусной кислоты, подкрашенной метиленовой синькой, до метки 11 (20-кратное разведение крови). Уксусная кислота гемолизует плазматические мембраны всех форменных элементов, а метиленовая синька окрашивает ядра лейкоцитов. Встряхивайте смеситель 1–2 мин. Заполните камеру из ампулы смесителя. Сосчитайте лейкоциты при малом увеличении в 25 больших квадратах.

2. Пробирочный метод.

В высушенную чистую пробирку отмеряют пипеткой 0,4 мл 5 % раствора уксусной кислоты. Кровь для анализа набирают в количестве 20 мкл, осторожно выдувают в пробирку с разводящей жидкостью, промывают этой жидкостью пипетку, закрывают резиновой пробкой и тщательно перемешивают. Получаем разведение 1:20. После этого концом круглой стеклянной палочки отбирают из пробирки каплю крови и заполняют камеру так, чтобы вся поверхность, на которой нанесена сетка, была заполнена жидкостью без затекания ее в бороздки и без пузырьков воздуха.

Считаем лейкоциты при малом увеличении микроскопа в 25 больших квадратах (400 малых). Количество лейкоцитов в 25 больших квадратах – Л. Для расчета содержания числа лейкоцитов в 1 л крови (X) используем формулу:

$$X = (Л \times 4000 \times 200 \times 10^6) / 400 = Л \times 2 \times 10^8 = Л \times 10^9 / л$$

Отчет

Опишите методику подсчета лейкоцитов в счетной камере. Подсчитайте суммарное число лейкоцитов в 25 больших квадратах. Рассчитайте по формуле число лейкоцитов в 1 л крови. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

Контрольные вопросы

1. Как устроена камера Горяева?
 2. Как производится подсчет эритроцитов и лейкоцитов в счетной камере?
 3. Как производится разведение эритроцитов и лейкоцитов с использованием смесителя и пробирочным методом?
-

Работа 3. Определение количества гемоглобина в крови по способу Сали.

Цель работы: Ознакомиться с методикой определения количества гемоглобина в крови по способу Сали.

Содержание гемоглобина в крови здорового человека составляет: у мужчин – 130–170 г/л; у женщин – 120–150 г/л.

Определение количества гемоглобина в крови производится колориметрическим методом, основанным на образовании при взаимодействии гемоглобина с соляной кислотой устойчивого раствора солянокислого гематина (коричневого цвета). Простейший тип колориметра – гемометр Сали. Он состоит из штатива, задняя стенка которого сделана из матового стекла, и трех пробирок одинакового диаметра. Средняя пробирка градуирована и предназначена для проведения исследований, а в двух остальных, запаянных, содержится стандартный раствор солянокислого гематина коричневого цвета. Кровь, использованная для приготовления стандарта, содержала 16,7 г %, или 167 г/л гемоглобина.

Для работы необходимы: гемометр Сали (с капилляром объемом 20 мкл) для забора крови, 0,1 N раствор соляной кислоты, дистиллированная вода, пипетка для воды, стеклянная палочка, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

В среднюю пробирку налейте 0,1 N раствор соляной кислоты (HCl) до кольцевой метки. Затем, соблюдая необходимые правила, возьмите из пальца пипеткой 20 мкл крови (в учебных целях может использоваться донорская кровь или кровь здоровых белых лабораторных крыс), далее, обтерев кончик капилляра ватой, медленно выдуйте кровь на дно пробирки так, чтобы верхний слой раствора HCl оставался неокрашенным. Не вынимая капилляр, ополосните его раствором HCl из верхнего слоя. После этого содержимое пробирки перемешайте и поставьте в штатив на 5–10 мин. Это время необходимо для полного превращения гемоглобина исследуемой крови в хлорид гематина. Затем к раствору прибавляйте дистиллированную воду до тех пор, пока цвет полученного раствора не будет таким же, как цвет стандарта в двух крайних пробирках (при каждом добавлении воды раствор следует перемешивать стеклянной палочкой).

Цифра, стоящая на уровне нижнего мениска исследуемого раствора, показывает содержание гемоглобина в крови в грамм-процентах (г %), выражающих количество гемоглобина в граммах в 100 мл крови. Чтобы рассчитать содержание гемоглобина в 1 л крови, найденный результат необходимо умножить на 10. Например, исследуемая кровь содержит 15,5 г % гемоглобина, следовательно, в 1 л крови содержится 155 г гемоглобина.

Отчет

Опишите методику определения гемоглобина с использованием гемометра Сали. Определите содержание гемоглобина в исследуемой крови. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

Контрольные вопросы

1. Как устроен гемометр Сали?
2. Как производится определение гемоглобина с использованием гемометра Сали?

Работа 4. Вычисление цветового показателя.

Цель работы: провести расчет цветового показателя крови.

Соотношение между количеством гемоглобина крови и числом эритроцитов называется цветовым показателем (ЦП). ЦП – относительная величина, указывающая, является ли содержание гемоглобина в эритроцитах исследуемого нормальным (нормохромия), пониженным (гипохромия, которая обычно имеет место при дефиците в организме железа) или повышенным (гиперхромия, наблюдающаяся при недостатке

в организме витамина В₁₂ и или фолиевой кислоты) по отношению к норме. ЦП здорового человека равен 0,8–1,05. Для расчета ЦП используется формула:

Цветовой показатель определяется по формуле:

$$\text{Ц. п.} = \frac{\text{Содержание гемоглобина, г/л} \times 0,03}{\text{Количество эритроцитов/л, первые 2 цифры с учетом запятой}}$$

Например, найденное содержание гемоглобина в крови равно 150 г/л, определенное количество эритроцитов равно $4,52 \times 10^{12}$ /л, рассчитаем ЦП:

$$\text{Ц. п.} = (150 \times 0,03 : 4,5) = 1,00 \text{ (нормохромия).}$$

Отчет

Запишите формулу для определения ЦП. Рассчитайте ЦП исследуемой крови, пользуясь данными работ 2 и 3. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

Контрольные вопросы

1. Что такое цветовой показатель, как производится его определение?
 2. Что такое гипохромия, нормохромия, гиперхромия?
-

Работа 5. Определение скорости оседания эритроцитов по методу Панченкова.

Цель работы: освоить метод определения СОЭ.

Эритроцитам присуще свойство осаждаться на дне сосуда при сохранении крови в несвертывающемся состоянии. Это обусловлено тем, что удельный вес эритроцитов (1,096 г/мл) выше, чем плазмы (1,027 г/мл). Вначале оседают не связанные между собой эритроциты, затем наступает их агломерация, и скорость оседания возрастает. В норме у здоровых людей СОЭ составляет:

- у мужчин 1–10 мм/час;
- у женщин 2–15 мм/час.

Выраженных возрастных различий в СОЭ не обнаружено. К основным факторам, влияющим на СОЭ, относят: количественное соотношение различных видов белков плазмы крови, количество, форму и размеры эритроцитов, содержание желчных пигментов и др. Повышение содержания альбуминов и желчных пигментов, а также увеличение количества эритроцитов в крови вызывает уменьшение СОЭ. Снижение содержания

альбуминов и/или увеличение содержания глобулинов и фибриногена в плазме, а также уменьшение количества эритроцитов сопровождается увеличением СОЭ.

В физиологических условиях повышенная СОЭ наблюдается: у женщин, если сравнивать с мужчинами (главным образом из-за более низкого количества эритроцитов в крови); во время беременности, при сухоядении и голодании, после вакцинации (вследствие увеличения содержания глобулинов и фибриногена в плазме). Замедление СОЭ может наблюдаться при сгущении крови вследствие усиленного испарения пота (например, при действии высокой внешней температуры) или повышенного образования и содержания эритроцитов в крови (например, у жителей высокогорья или у альпинистов).

Изменением СОЭ сопровождаются многие заболевания. Так, при большинстве инфекционных, воспалительных и аутоиммунных заболеваний (вследствие гиперглобулинемии и/или гиперфибриногенемии), болезнях почек с нефротическим синдромом (из-за потери альбуминов с мочой и развития гипоальбуминемии), злокачественных опухолях и гемобластозах (по причине увеличения содержания в крови крупномолекулярных белков и/или угнетения эритропоэза и развития анемии), эндокринных заболеваниях (тиреотоксикозе и сахарном диабете) и анемиях различного генеза отмечается повышение СОЭ. Уменьшение СОЭ, вплоть до полного прекращения оседания, бывает при эритремии. Таким образом, изменения СОЭ наблюдаются часто и при многих заболеваниях (как неспецифический признак изменения физико-химических свойств и состава крови при развитии болезни). Поэтому определение СОЭ является обязательным при проведении общего анализа крови.

Для работы необходимы: прибор Панченкова, часовое стекло, скарификаторы в стерилизаторах, резиновые перчатки, маски, вата, спирт, йод, 3 % раствор хлорамина, 5 % раствор лимоннокислого натрия.

Ход работы

Для определения СОЭ используется прибор Панченкова.

Пипетку (капилляр) прибора промойте 5 % раствором лимоннокислого натрия, наберите цитрат до метки Р (реактив, 50 делений) и осторожно выдуйте его на сухое часовое стекло. Затем дважды наберите кровь из пальца до метки К (кровь, 100 делений). Кровь тщательно перемешайте с лимоннокислым натрием на часовом стекле. Смесь наберите в ту же пипетку до метки О. Пипетку поставьте в штатив на 1 ч строго вертикально. Через 1 ч определите результат определения СОЭ. Учет ведите по высоте верхнего столбика плазмы в капилляре (в миллиметрах).

При определении СОЭ строго соблюдайте точность соотношения цитрата и крови – 1:4; вертикальность расположения пипетки в штативе,

температуру в помещении – 18–22 °С (при более низкой температуре СОЭ замедляется, а при более высокой – увеличивается).

Отчет

Опишите ход определения СОЭ по методу Панченкова. Определите СОЭ в исследуемой крови. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

Контрольные вопросы

1. Назовите факторы, влияющие на величину СОЭ.
 2. Как производится определение СОЭ по методу Панченкова.
-

Работа 6. Исследование крови на полуавтоматическом гематологическом анализаторе.

Цель работы: Освоить основные принципы определения показателей периферической крови с помощью полуавтоматических и автоматических гематологических анализаторов.

В настоящее время в клинико-гематологических лабораториях анализ крови проводится с помощью автоматических анализаторов, которые позволяют провести развернутый анализ крови по 20 и более параметрам в небольшом объеме крови (около 150 мкл) со скоростью около 100 проб в час.

В гематологических анализаторах для определения разных показателей крови используются различные принципы. Так, в большинстве современных счетчиков клеток крови используются кондуктометрический метод, метод электрического импеданса, метод лазерной дифференцировки для подсчета количества клеток крови и фотометрия для определения гемоглобина.

Метод электрического импеданса основан на измерении разницы электропроводности частиц крови и используемой для разбавления жидкости. Причем этот метод позволяет не только подсчитать количество клеток, но и охарактеризовать объем каждой клетки, проходящей через апертурное отверстие, поскольку амплитуда сигнала пропорциональна объему замещенного электролита. Определение объемов позволяет дифференцировать эритроциты и тромбоциты, а после лизиса клеток проводить подсчет лейкоцитов по их ядрам, а также дифференцировать лейкоциты по размерам ядер на малые и большие. Измерение объемов клеток позволяет рассчитать их средний объем и степень анизоцитоза, а также построить гистограммы распределения основных клеточных популяций по их объему. Кроме того, в результате суммирования прямо измеренных

объемов эритроцитов в единице объема крови можно получить показатель гематокрита.

В основе оптического метода лежит анализ колебаний интенсивности проходящего через раствор крови светового потока в результате его частичного поглощения и рассеивания клетками крови. Оптический метод также позволяет не только подсчитать количество клеток, но и охарактеризовать их размеры. Причем данный метод дает возможность производить дифференциальный подсчет всех основных типов лейкоцитов: эозинофилов, базофилов, нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов. Для определения содержания гемоглобина в большинстве гематологических анализаторов используется гемоглобинцианидный метод. Знание показателей гематокрита, гемоглобина и эритроцитов позволяет рассчитать эритроцитарные индексы: средний объем эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроците и среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците.

Для работы необходимы: полуавтоматический (автоматический) гематологический анализатор, одноразовые пластмассовые пробирки, раствор ЭДТА, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

Демонстрация работы полуавтоматического (автоматического) гемоанализатора.

В табл. 1 представлены средние значения показателей крови, определяемые гематологическими анализаторами.

Таблица 1

Показатели периферической крови,
определяемые гематологическими анализаторами

Показатель		Значения нормальных колебаний
Эритроцитарное звено гемограммы		
HGB	Содержание гемоглобина (<i>hemoglobin</i>)	Ж 140 ± 20 г/л М 150 ± 20 г/л
RBC	Количество эритроцитов (<i>red blood cells</i>)	Ж $4,8 \pm 0,6 \times 10^{12}/л$ М $5,4 \pm 0,8 \times 10^{12}/л$
HCT	Гематокрит (<i>hematocrit</i>)	Ж 42 ± 5 % М 47 ± 5 %

Продолжение таблицы 1

Показатель		Значения нормальных колебаний
Эритроцитарные индексы		
MCV	Средний объем эритроцита (СрОЭ) (<i>mean corpuscular volume</i>)	87 ± 5 мкм ³ (фл – фемтолитр)
MCH	Среднее содержание Hb в эритроците (ССГЭ) (<i>mean corpuscular hemoglobin</i>)	29 ± 2 пг (пикограммы)
MCHC	Средняя концентрация Hb в 100 мл эритроцитов (СКГЭ) (<i>mean corpuscular hemoglobin concentration</i>)	340 ± 20 г/л
RDW	Показатель анизоцитоза эритроцитов (<i>red cell distribution width</i>)	11,5–14,5 %
Лейкоцитарное звено гемограммы		
WBC	Количество лейкоцитов (<i>white blood cells</i>)	$4,0\text{--}9,0 \times 10^9/\text{л}$
NEUT	Количество нейтрофилов (<i>neutrophils</i>), %	48–78 % $2,04\text{--}5,8 \times 10^9/\text{л}$
EOS	Количество эозинофилов (<i>eosinophiles</i>), %	0,5–5 % $0,02\text{--}0,3 \times 10^9/\text{л}$
BASO	Количество базофилов (<i>basophiles</i>), %	0–1 % $0\text{--}0,065 \times 10^9/\text{л}$
MONO	Количество моноцитов (<i>monocytes</i>), %	3–11 % $0,09\text{--}0,6 \times 10^9/\text{л}$
LYMPH	Количество лимфоцитов (<i>lymphocytes</i>), %	19–37 % $1,2\text{--}3,0 \times 10^9/\text{л}$
GRA	Гранулоциты (<i>Granulocytes</i>)	45–80 %
Тромбоцитарное звено гемограммы		
PLT	Количество тромбоцитов	$180\text{--}320 \times 10^9/\text{л}$
Тромбоцитарные индексы		
PDW	Показатель анизоцитоза тромбоцитов (ширина распределения тромбоцитов по объему) (<i>platelet cell distribution width</i>)	11,5–15,5 %
MPV	Средний объем тромбоцитов (<i>mean platelet volume</i>)	8–12 фл
PCT	Тромбокрит	0,15–0,40 %

Отчет

Заполните табл. 2 с результатами показателей исследуемой крови, полученными на гемонализаторе. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой.

Таблица 2

Показатель	Значение	Характеристика отклонений
HGB		
RBC		
HCT		
MCV		
MCH		
MCHC		
RDW		
WBC		
NEUT		
EOS		
BASO		
MONO		
LYMPH		
GRA		
PLT		
PDW		
MPV		
PCT		

Контрольные вопросы

1. Назовите основные принципы работы гемонализаторов.
2. Назовите основные показатели периферической крови, определяемые гематологическими анализаторами.

Работа 7. Оценка результатов общего анализа крови.

Цель работы: научить производить оценку результатов общего анализа крови (анализ гемограмм). Усвоить физиологические значения показателей общего анализа крови.

Стандартный общий анализ крови представлен в виде гемограммы – комплекса показателей, включающих содержание гемоглобина, цветовой показатель, количество эритроцитов, лейкоцитов, лейкоцитарную формулу, определение скорости оседания эритроцитов, показатель гематокрита (табл. 3).

Таблица 3

Нормальные показатели периферической крови
стандартного анализа крови

Показатель	Значения нормальных колебаний	
Эритроциты: Женщины Мужчины	3,7–4,9 x 10 ¹² /л 3,9–5,1 x 10 ¹² /л	
Гемоглобин: Женщины Мужчины	120–140 г/л 130–160 г/л	
Ретикулоциты	0,6–1,2 %	
Цветовой показатель	0,85–1,05	
Лейкоциты	4,0–9,0 x 10 ⁹ /л	
<i>Лейкоцитарная формула</i>	<i>% содержание</i>	<i>абсолютное количество</i>
<i>Базофилы</i>	0–1 %	0–0,065 x 10 ⁹ /л
<i>Эозинофилы</i>	0,5–5 %	0,02–0,3 x 10 ⁹ /л
<i>Нейтрофилы</i>	48–78 %	2,04–5,8 x 10 ⁹ /л
<i>Миелоциты</i>	0 %	
<i>Юные</i>	0 %	
<i>Палочкоядерные</i>	1–6 %	0,04–0,35 x 10 ⁹ /л
<i>Сегментоядерные</i>	47–72 %	2,0–5,5 x 10 ⁹ /л
<i>Лимфоциты</i>	19–37 %	1,2–3,0 x 10 ⁹ /л
<i>Моноциты</i>	3–11 %	0,09–0,6 x 10 ⁹ /л
Тромбоциты	180–320 x 10 ⁹ /л	
СОЭ: Женщины Мужчины	2–15 мм/час 1–10 мм/час	
Показатель гематокрита: Женщины Мужчины	0,36–0,42 л/л 0,40–0,52 л/л	

Общие принципы анализа гемограмм

Первый этап – оценка показателей красной крови.

Сравнить с нормальными значениями:

1) количество гемоглобина (норма, повышенное либо пониженное содержание гемоглобина);

2) эритроцитов (норма, повышенное содержание – эритроцитоз, пониженное – эритропения);

3) ретикулоцитов (норма, повышенное либо пониженное содержание);

4) вычисление цветового показателя.

Оценить и проанализировать изменения морфологических свойств эритроцитов (по особенностям эритроцитов в мазке крови), способность костного мозга к регенерации.

Необходимо определить наличие или отсутствие анемии. Анемия – это уменьшение количества эритроцитов или общего количества гемоглобина, чаще всего проявляющееся уменьшением его концентрации в единице объема крови.

После того, как определено наличие анемии, необходимо дать ей характеристику по цветовому показателю и способности костного мозга к регенерации.

По цветовому показателю анемии подразделяются на:

1. Нормохромные при Ц. п. = 0,85–1,05.

2. Гипохромные при Ц. п. < 0,85.

3. Гиперхромные при Ц. п. > 1,05.

Способность костного мозга к регенерации при анемиях определяется по количеству ретикулоцитов в периферической крови.

По способности костного мозга к регенерации анемии подразделяются на:

1. Гипорегенеративные (количество ретикулоцитов < 0,5 %).

2. Регенеративная (количество ретикулоцитов 1–5 %).

3. Гиперрегенеративная (количество ретикулоцитов > 5 %).

Второй этап – оценка содержания тромбоцитов.

Сравнить с нормальными значениями. Если количество тромбоцитов ниже $150 \times 10^9 / \text{л}$ – это тромбоцитопения, если больше $300 \times 10^9 / \text{л}$ – тромбоцитоз.

Третий этап – оценка показателей белой крови.

3.1. Оценка общего количества лейкоцитов в периферической крови.

Классическая норма количества лейкоцитов в периферической крови равна $4-9 \times 10^9 / \text{л}$. Следовательно, при снижении количества лейкоцитов ниже $4 \times 10^9 / \text{л}$ можно говорить о лейкопении, при повышении выше $9 \times 10^9 / \text{л}$ – о лейкоцитозе.

3.2. Оценка лейкоцитарной формулы.

3.2.1. Оценка базофилов: количество базофилов может только увеличиваться: возможна только базофилия.

3.2.2. Оценка эозинофилов: количество эозинофилов может увеличиваться выше 5 %, что называется эозинофилией, уменьшаться – эозинопенией или эозинофилы могут вообще отсутствовать – анэозинофилия.

3.2.3. Оценка нейтрофилов.

а) суммарная оценка нейтрофилов: в периферической крови в норме определяются метамиелоциты (юные) (Ю), палочкоядерные (П) и сегментоядерные (С) нейтрофилы. При патологии в кровь могут выходить миелоциты (М/ц), промиелоциты (П/м) и даже миелобласты (М/б). Количество нейтрофилов может изменяться либо в сторону увеличения – нейтрофилия, либо в сторону уменьшения – нейтропения;

б) оценка отдельных видов нейтрофилов: соотношение различных по зрелости форм нейтрофилов определяется по индексу сдвига Шиллинга:

$$(M/б + П/м + M/ц + Ю + П) / С.$$

В норме индекс сдвига равен 0,06–0,05. Если индекс сдвига уменьшается (стремится к нулю), то это рассматривается как сдвиг вправо. Если индекс сдвига увеличивается (стремится к единице и выше) – как сдвиг влево.

3.2.4. Оценка лимфоцитов: увеличение процентного содержания лимфоцитов в периферической крови – лимфоцитоз, уменьшение – лимфоцитопения.

3.2.5. Оценка моноцитов: увеличение процентного содержания моноцитов в периферической крови – моноцитоз, уменьшение – моноцитопения.

3.2.6. Оценка абсолютного количества различных видов лейкоцитов: при оценке лейкоцитарной формулы сначала оценивается относительное (процентное) содержание различных видов лейкоцитов, но если выявляют их изменение, то становится необходимым оценить и их абсолютное количество. Если в гемограмме абсолютное количество не приведено, то оно рассчитывается по пропорции: абсолютное содержание данного вида лейкоцитов = (общее к-во лейкоцитов × % данного вида лейкоцитов) / 100 %.

Оценка СОЭ

Сравнить с нормальными значениями.

Задание 1. Дать оценку показателям красной крови

Эритроциты – $2,1 \times 10^{12}$ /л.

Гемоглобин – 70 г/л.

Ретикулоциты – 0,2 %.

Ц. п. = *рассчитать*.

Отчет

Опишите алгоритм анализа показателей красной крови. Оцените показатели красной крови, определите наличие или отсутствие анемии, если анемия есть, то охарактеризуйте ее.

Задание 2. Дать оценку показателям белой крови

Лейкоциты, общее количество – 36×10^9 /л

Лейкоцитарная формула для анализа

	Всего	Б	Э	Н	М/ц	Ю	П	С	Л	М
% содержание	100 %	0	0	93	2	21	29	41	5	2
абсолютное кол-во	36×10^9/л				—	—	—	—		

Отчет

Оцените показатели приведенной лейкограммы, следуя алгоритму анализа показателей белой крови:

а) рассчитайте абсолютные значения содержания базофилов (Б), эозинофилов (Э), нейтрофилов (Н), лимфоцитов (Л), моноцитов (М);

б) рассчитайте индекс сдвига, используя указанные значения различных форм нейтрофилов: миелоциты (М/ц), юные (Ю), палочкоядерные (П) и сегментоядерные (С);

в) сделайте заключение на основе приведенных и расчетных данных.

Задание 3. Сделать анализ гемограммы

Эритроциты – $3,0 \times 10^{12}$ /л.

Гемоглобин – 100 г/л.

Ц. п. = *рассчитать*.

Ретикулоциты – 1,0 %.

Тромбоциты – 180×10^9 /л.

Лейкоциты – 18×10^9 /л.

Лейкоцитарная формула

	Всего	Б	Э	Н	Ю	П	С	Л	М
% содержание	100%	0	14	73	2	7	64	10	3
абсолютное кол-во	18×10^9/л				—	—	—		

СОЭ – 10 мм/ч.

Отчет

Оцените показатели красной и белой крови, количество тромбоцитов, СОЭ, следуя алгоритму анализа гемограмм. Запишите результаты анализа.

Контрольные вопросы

1. Что такое гемограмма?
2. Что такое лейкоцитарная формула? Как рассчитать индекс сдвига?
3. Перечислите этапы анализа гемограммы

Раздел 2. Группы крови. Система АВО. Резус (Rh). Методы определения

Работа 8. Группы крови. Система АВО.

Цель работы: изучить антигенные различия крови человека, лежащие в основе ее классификации на группы и понять практическую значимость определения группы крови. Освоить методики определения групп крови в системе АВО.

Задание 1. Определения групп крови в системе АВО с помощью стандартных сывороток.

Групповую принадлежность исследуемой крови определяют по реакции, гемагглютинации которую проводят с помощью стандартных сывороток. В основе реакции гемагглютинации лежит взаимодействие между антигенами эритроцитов исследуемой крови и соответствующими антителами стандартной сыворотки. Так как антитела, содержащиеся в стандартных сыворотках, заранее известны, по результатам наличия или отсутствия агглютинации можно определить какие антигены находятся на поверхности эритроцитов, и значит, к какой группе в системе АВО принадлежит исследуемая кровь

Для работы необходимы: стандартные сыворотки $0\alpha\beta(I)$, $A\beta(II)$, $B\alpha(III)$ и $AB\alpha(IV)$ групп двух различных серий, пипетки к ним, фарфоровая тарелка, цветной карандаш по стеклу, предметные стекла, изотонический (0,9 %) раствор хлорида натрия (NaCl), скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамин.

Ход работы

Определение группы крови производят в помещении с хорошим освещением при температуре 15–25 °С.

Сухие пипетки опустите во все ампулы со стандартными сыворотками и в пробирку с изотоническим раствором NaCl. Определение производите в чисто вымытой сухой белой тарелке Тарелку разделите цветным карандашом на 4 квадрата и в направлении по часовой стрелке обозначьте квадраты $0\alpha\beta(I)$, $A\beta(II)$, $B\alpha(III)$. В соответствующий квадрат тарелки нанесите 0,1 мл (1 большая капля) каждой стандартной сыворотки двух серий. Пипетку, которой берете сыворотку из ампулы тотчас же после того, как из нее выпущена сыворотка, опустите в ту же ампулу, из которой она взята. Кровь для исследования заберите из пальца. Подушечку пальца обработайте спиртом и сделайте прокол кожи стерильным скарификатором. Первую каплю крови снимите марлевым шариком, а последующие капли разными уголками предметного стекла. Затем раз-

ными уголками предметного стекла, последовательно кровь внесите в капли сыворотки и тщательно размешайте. Капля вносимой крови должна быть в 5–10 раз меньше капли сыворотки. Затем, путем покачивания тарелки, тщательно перемешайте кровь с сывороткой. Наблюдение за ходом реакции проводите не менее 5 мин, несмотря на то что агглютинация начинается в течение первых 10–30 сек, поскольку возможна поздняя агглютинация, например с эритроцитами группы $A_2\beta(II)$. По мере наступления агглютинации, но не ранее, чем через 3 мин, в те капли, в которых наступила агглютинация, добавьте по 1 капле изотонического раствора $NaCl$ и продолжайте наблюдение при покачивании тарелки еще в течение 5 мин, после чего оцените результат.

Реакция в каждой капле может быть положительной или отрицательной. При положительной реакции в смеси появляются видимые невооруженным глазом мелкие красные зернышки (агглютинаты), состоящие из склеенных эритроцитов. Они постепенно группируются в более крупные зерна или хлопья неправильной формы. При этом сыворотка полностью или частично обесцвечивается. В случае отрицательной реакции на протяжении всего времени наблюдения содержимое капель остается равномерно окрашенным в красный цвет, и в нем не обнаруживаются агглютинаты (хлопья или зерна). Результаты реакции в каплях с сыворотками одной группы обеих серий должны быть одинаковыми.

Возможны четыре различных комбинации реакций:

1) агглютинины стандартных сывороток всех трех групп не вызвали реакции агглютинации и все капли остались равномерно окрашенными в красный цвет. В этом случае испытуемая кровь принадлежит к группе $O\alpha\beta(I)$;

2) агглютинины стандартных сывороток групп $O\alpha\beta(I)$ и $B\alpha(III)$ вызвали положительную реакцию агглютинации, а сыворотки группы $A\beta(II)$ – отрицательную. Испытуемая кровь принадлежит к группе $A\beta(II)$;

3) агглютинины стандартных сывороток групп $O\alpha\beta(I)$ и $A\beta(II)$ вызвали положительную реакцию агглютинации, а сыворотки группы $B\alpha(III)$ отрицательную. Испытуемая кровь принадлежит к группе $B\alpha(III)$;

4) агглютинины стандартных сывороток всех трех групп вызвали положительную реакцию агглютинации. Испытуемая кровь принадлежит к группе $AB\alpha(IV)$. Однако, прежде чем дать такое заключение, для исключения неспецифической агглютинации необходимо провести дополнительное контрольное исследование со стандартной сывороткой $AB\alpha(IV)$ группы по той же методике в свободном (чистом) квадрате тарелки. Отсутствие агглютинации в этом исследовании позволяет считать ранее полученные реакции специфическими и отнести исследуемую кровь к группе $AB\alpha(IV)$. Наличие агглютинации с сывороткой группы

AB₀(IV) говорит о неспецифической агглютинации. В этом случае исследование следует повторить с отмытыми эритроцитами.

Выявление других комбинаций реакций агглютинации говорит о неправильном определении групповой принадлежности крови.

Ошибки при определении групповой принадлежности крови возможны в ситуациях, когда агглютинация не выявляется или появляется ложная агглютинация

Не выявление агглютинации может быть обусловлено: 1) замедлением этой реакции при высокой температуре окружающей среды > 25 °С; 2) добавлением к стандартным сывороткам избыточного количества исследуемой крови, что ведет к снижению в них титра агглютининов; 3) слабой активностью стандартной сыворотки или низкой агглютинабельностью эритроцитов.

Выявление ложной агглютинации при ее фактическом отсутствии может быть обусловлено подсыханием капли сыворотки и образованием «монетных» столбиков эритроцитов или проявлением холодовой агглютинации при понижении температуры <15 °С. Добавление капли изотонического раствора хлорида натрия к исследуемой смеси сыворотки и крови и проведение исследования при температуре выше 15 °С позволяют избежать указанных ошибок.

При получении сомнительного или нечеткого результата при первом определении группы крови проводят повторное исследование групповой принадлежности той же крови со стандартными сыворотками других серий.

Отчет

Заполните табл. № 4 и 5. В табл. № 4 укажите, какие агглютинины и агглютиногены содержатся в крови 0(I), A(II), B(III), AB(IV) групп. В табл. № 5 укажите в каком случае происходит (+) или не происходит (–) агглютинация.

Зарисуйте схему опыта определения группы крови в системе АВ₀ для исследуемая на занятии крови. Сделайте вывод, к какой группе в системе АВ₀ относится исследуемая кровь.

Таблица 4

Группы крови	Агглютинины сыворотки	Агглютиногены эритроцитов
I		
II		
III		
IV		

Таблица 5

Группы крови	Группы стандартных сывороток			
	0(αβ)	A(β)	B(α)	AB (o)
I				
II				
III				
IV				

Задание 2. Определение группы крови с помощью моноклональных антител (цоликлонов).

Цоликлоны анти-А и анти-В являются продуктом гибридных клеточных линий, полученных в результате слияния мышинных антителообразующих В-лимфоцитов с клетками мышинной миеломы. Индивидуальные гибридные линии продуцируют гомогенные антитела только одного класса иммуноглобулинов, которые полностью идентичны по структуре и биологической активности. Антитела, продуцируемые клетками одного клона (потомство одной клетки), являются моноклональными.

Моноклональные анти-А и анти-В антитела продуцируются двумя различными гибридами. Цоликлоны анти-А и анти-В представляют собой разведенную асцитную жидкость мышей-носителей соответствующей гибридомы, в которой содержатся специфические иммуноглобулины класса М (IgM), направленные против группоспецифических антигенов А или В человека. Таким образом, цоликлоны не содержат антител иной специфичности и поэтому не вызывают неспецифической полиагглютинации эритроцитов.

Авидность, то есть время наступления реакции агглютинации и ее выраженность, у цоликлонов анти-А и анти-В выше, чем у изогемагглютинирующих АВО-сывороток, особенно в случае слабо выраженных антигенов эритроцитов. Цоликлоны не являются клетками человеческих тканей, что исключает возможность инфекционного заражения.

Для работы необходимы: стандартные наборы моноклональных антител высокой специфичности, содержащие реагенты анти-А, анти-В, пипетки к ним, планшетка или фарфоровая тарелка, цветной карандаш по стеклу, предметные стекла, изотонический (0,9 %) раствор хлорида натрия (NaCl) скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

Определение производится в крови, взятой из пальца, обычными методами на белой фарфоровой или любой другой планшетке со смачиваемой поверхностью.

На плоскость планшета или тарелку наносят цоликлоны анти-А, анти-В по одной капле (0,1 мл) под соответствующими надписями: анти-А, анти-В. Рядом с каплями антител наносят исследуемую кровь по одной маленькой капле, приблизительно в 10 раз меньше (0,01 мл). Капли перемешивают стеклянной палочкой, пластинку периодически покачивают, ход реакции наблюдают в течение 3 мин. Оценка результата проводится по наличию агглютинации эритроцитов с соответствующим реагентом. При агглютинации во всех каплях определяется группа крови АВ(IV). При агглютинации с анти-А определяется группа крови А(II). При агглю-

тинации с анти-В определяется группа крови В(Ш). При отсутствии агглютинации во всех трех каплях определяется группа крови 0(I).

При наличии агглютинации с обоими реагентами необходимо исключить неспецифическую агглютинацию исследуемых эритроцитов. Для этого к капле эритроцитов вместо цоликлонов добавляют каплю физиологического раствора. Кровь можно отнести к группе АВ(IV) только при отсутствии агглютинации эритроцитов в физиологическом растворе.

Отчет

Заполните табл. 6. Знаком (+) обозначьте наличие агглютинации, знаком (-) ее отсутствие. Опишите ход работы. Сделайте вывод, к какой группе в системе АВ0 относится исследуемая кровь.

Таблица 6

Группы крови	Цоликлоны	
	Анти-А	Анти-В
I		
II		
III		
IV		

Работа 9. Резус-фактор (Rh).

Цель работы: Освоить методики определения резус-фактора (Rh).

Задание 1. Определения резус-фактора с помощью стандартных сывороток.

Определение резус-принадлежности исследуемой крови проводят по такому же принципу, как и определение группы крови в системе АВ0. Исследуемую цельную кровь или взвесь эритроцитов смешивают со стандартной сывороткой, содержащей антитела к резус-антигену. По истечении установленного времени смесь проверяют на наличие агглютинации, при появлении которой реакции считают положительной. Система резус, в отличие от системы АВ0, не имеет естественных агглютининов, но они могут появляться при иммунизации организма резус-несовместимой кровью.

Для работы необходимы: универсальный реагент антирезус для экспресс метода, пипетка к нему, пробирка, 0,9 % раствор NaCl, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

На дно пробирки поместите 1 каплю универсального реагента антирезус и 1 каплю исследуемой крови (или эритроцитов). Содержимое пробирки перемешайте встряхиванием, затем медленно поворачивайте пробирку, наклоняя ее почти до горизонтального положения таким образом, чтобы содержимое растекалось по стенкам. Такое размазывание крови по стенкам пробирки делает реакцию более выраженной. Как правило, агглюцинация наступает в течение 1-ой минуты, но для образования устойчивого комплекса «антиген–антитело» и четко выраженной агглюцинации, а также ввиду возможности замедленной реакции при слабо выраженной агглютинабельности эритроцитов контакт эритроцитов с реагентом при поворачивании пробирки следует проводить не менее 3 мин. Затем для исключения неспецифической агглютинации эритроцитов в пробирку добавьте 2–3 мл изотонического раствора NaCl и перемешайте, не взбалтывая, путем 2–3-кратного перевертывания пробирки. Оценку производите визуально.

Одновременно с исследованием цельной крови производится контрольное исследование стандартных резус-положительных эритроцитов той же группы или группы I(0) по системе АВ0 и стандартных резус-отрицательных эритроцитов, обязательно одноклассовых с исследуемой кровью.

Наличие агглютинации в виде хлопьев из эритроцитов на фоне просветленной жидкости указывает на резус-положительную принадлежность исследуемой крови (Rh+). Отсутствие агглютинации (в пробирке гомогенно окрашенная жидкость) указывает на резус-отрицательную принадлежность исследуемой крови (Rh-).

Результат засчитывается как истинный после проверки контрольных образцов: при положительном результате со стандартными резус-положительными эритроцитами и отсутствии агглютинации со стандартными резус-отрицательными эритроцитами, одноклассовыми с исследуемой кровью по системе АВ0.

Отчет

Опишите и зарисуйте схему опыта определения резус-принадлежности исследуемой крови. Определите резус-принадлежность исследуемой крови. Сделайте вывод о том, какую кровь следует переливать в случае необходимости вашему испытуемому.

Задание 2. Определение резус-принадлежности с помощью моноклональных антител (цоликлонов).

Цоликлоны изготавливаются из асцитной жидкости мышей – носителей анти-D и анти-C гибридом. Цоликлоны Анти-D, Анти-C, Анти-

с предназначены для определения резус принадлежности крови.

Для работы необходимы: наборы моноклональных антител Анти-D высокой специфичности, пипетки к ним, планшетка или фарфоровая тарелка, 0,9 % раствор NaCl, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3% раствор хлорамина.

Ход работы

На планшет наносится большая капля (около 0,1 мл) реагента Анти-D. Рядом наносится маленькая капля исследуемой крови (0,03 мл). Кровь смешивается с реагентом стеклянной палочкой. Через 10–20 планшет мягко покачивается. Агглютинация эритроцитов с цоликлонами обычно наступает в первые 3–5 сек, но наблюдение следует вести 3 мин ввиду более позднего появления агглютинации с эритроцитами, содержащими слабые разновидности резус-антигена.

Результат реакции в каждой капле может быть положительным или отрицательным. Положительный результат выражается в агглютинации (склеивании) эритроцитов. Агглютинаты видны невооруженным глазом в виде мелких красных агрегатов, быстро сливающихся в крупные хлопья. При отрицательной реакции капля остается равномерно окрашенной в красный цвет, агглютинаты в ней не обнаруживаются. Наличие агглютинации с Анти-D цоликлонами свидетельствует о том, что кровь резус-положительная, а отсутствие агглютинации указывает на то, что кровь резус-отрицательная.

Отчет

Опишите и зарисуйте схему опыта определения резус-принадлежности крови. По результатам определения, сделайте вывод о резус-принадлежности исследуемой крови.

Контрольные вопросы

1. Как производится определение группы крови по системе АВ0?
 2. Как определить резус-принадлежность крови?
 3. Что такое цоликлоны?
 4. Какие факторы могут вызвать ложную агглютинацию?
-

Раздел 3. Физико-химические свойства крови. Гемостаз

Работа 10. Гемолиз крови.

Цель работы: вызвать гемолиз крови с помощью различных факторов, имеющих неодинаковый механизм действия.

Гемолиз – разрушение мембраны эритроцитов с выходом гемоглобина в плазму крови. В зависимости от причины, вызывающей гемолиз, различают следующие его виды: осмотический, механический, термический, химический, биологический. Физиологический гемолиз является результатом естественного старения и разрушения эритроцитов.

Для работы необходимы: 0,9 % раствор NaCl, нашатырный спирт, спирт, йод, дистиллированная вода, 3 пробирки, скарификаторы в стерилизаторе, вата, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

Поставьте три пробирки в штатив. В первую пробирку налейте 2 мл 0,9 % раствора NaCl, во вторую – 2 мл 0,9 % раствора NaCl и 5 капель нашатырного спирта, в третью – 2 мл дистиллированной воды. В каждую пробирку добавьте по 2 капли крови (из пальца или можно использовать кровь здоровых лабораторных животных) и перемешайте содержимое. Результат оцените через 45 мин.

Отчет

Заполните таблицу, укажите наличие или отсутствие осадка эритроцитов, опишите окраску и прозрачность надосадочной жидкости. Дайте заключение о наличии и виде гемолиза.

Таблица 7

№ пробирки	Содержимое	Наличие осадка эритроцитов	Окраска жидкости	Наличие гемолиза (+/-), его вид
1	0,9 % р-р NaCl + кровь			
2	Нашатырный спирт + кровь			
3	Дистиллированная вода + кровь			

Контрольные вопросы:

1. Что такое гемолиз? Назовите его виды.
2. Каковы причины физиологического гемолиза?

Работа 11. Осмотическая резистентность эритроцитов.

Цель работы: определить осмотическую резистентность эритроцитов по отношению к гипотоническим растворам NaCl.

Содержание белков в эритроците выше, а низкомолекулярных веществ ниже, чем в плазме крови. Осмотическое давление, создаваемое высокой внутриклеточной концентрацией белков, в значительной степени компенсируется малой концентрацией низкомолекулярных веществ, поэтому осмотическое давление в эритроцитах лишь немногим выше, чем в плазме. Величина его как раз достаточна для обеспечения нормального тургора этих клеток в плазме с нормальным коллоидно-осмотическим давлением. Если внеклеточная жидкость гипотонична, то вода под действием сил осмотического давления начинает поступать в эритроциты. Это продолжается до тех пор, пока осмотическое давление по обе стороны мембраны не станет одинаковым или пока под действием нарастающей силы механического давления не произойдет механический разрыв мембраны эритроцитов и гемоглобин не выйдет в плазму, то есть произойдет осмотический (коллоидно-осмотический) гемолиз. Следует отметить, что не все эритроциты разрушаются при одной и той же степени набухания. Существуют эритроциты, оболочка которых выдерживает большее растяжение, а также эритроциты, оболочка которых выдерживает меньшее растяжение. Поэтому различают минимальную и максимальную осмотическую резистентность эритроцитов.

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. Признаки частичного гемолиза: наличие осадка неразрушенных эритроцитов и окрашенный слой жидкости над осадком.

Максимальная осмотическая устойчивость определяется той наибольшей концентрацией раствора хлористого натрия, при которой разрушаются все эритроциты – происходит полный гемолиз. Признаком полного гемолиза является «лаковая кровь» – содержимое пробирки абсолютно прозрачно, окрашено в розовый цвет.

Осмотическая резистентность эритроцитов – важный диагностический показатель при ряде заболеваний (в частности, при некоторых видах анемий при действии веществ, растворяющих жиры). В норме у здорового человека минимальная осмотическая устойчивость эритроцитов колеблется от 0,46 % до 0,48 % NaCl, а максимальная осмотическая устойчивость эритроцитов – между 0,32 % и 0,34 % NaCl. Повышение осмотической резистентности эритроцитов характеризуется сдвигами границ в сторону низких концентраций NaCl и наблюдается при гипохромных

анемиях. Понижение осмотической резистентности эритроцитов характеризуется сдвигами границ (особенно минимальной или верхней границы) в сторону высоких концентраций NaCl и наблюдается при врожденном сфероцитозе. Одновременное расширение границ (верхней границы в сторону высоких концентраций NaCl, а нижней границы в сторону низких концентраций NaCl) имеет место при остром гемолитическом кризе.

Для работы необходимы: 1,0 % раствор NaCl, спирт, йод, дистиллированная вода, 8 пробирок, скарификаторы в стерилизаторе, вата, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

Приготовьте в 8 пробирках гипотонические растворы убывающей концентрации от 0,60 до 0,25 % NaCl (табл. 8). В каждую пробирку поместите по капле крови (из пальца или можно использовать кровь здоровых лабораторных животных). Осторожно встряхните каждую пробирку для перемешивания крови с раствором и оставьте в штативе на 60 мин. Определите наличие гемолиза в исследуемых растворах по изменению окраски, прозрачности наличию осадка и окрашенных слоев жидкости в каждой пробирке.

Таблица 8

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8
Концентрация NaCl в %	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25

Отчет

Отметьте, в каких пробирках нет гемолиза, наблюдается частичный или полный гемолиз (табл. 9). Укажите верхнюю и нижнюю границы осмотической устойчивости эритроцитов исследуемой крови. Оцените полученный результат, сравнив его с нормой (норма, повышена, понижена, расширение границ).

Таблица 9

Нет гемолиза	Пр. №
Частичный гемолиз	Пр. №
Полный гемолиз	Пр. №
Границы осмотической устойчивости, в %	Верхняя –
	Нижняя –

Контрольные вопросы

1. Что такое гипотонический и гипертонический раствор?
2. Что такое осмотическая резистентность клеток крови?
3. Как можно определить осмотическую резистентность эритроцитов?

Работа 12. Определение и оценка показателей первичного гемостаза.

Цель работы: освоить методики определения показателей первичного гемостаза.

Гемостаз – это комплекс реакций, направленных на остановку кровотечения при травме сосудов и сохранение крови в сосудах в жидком состоянии. Кровотечение и тромбообразование в сосудах разных калибров протекают по-разному, различают два основных механизма гемостаза:

1. Первичный гемостаз, микроциркуляторный или сосудисто-тромбоцитарный обусловлен протекают реакции гемостаза в мелких сосудах: капиллярах, венозных и артериальных сосудах до 200 мкм в диаметре. В этом процессе участвуют тромбоциты, сосудистый эндотелий, факторы свертывания крови.

2. Вторичный гемостаз, макроциркуляторный, гемокоагуляционный, начинается после первичного. Он обеспечивает окончательную остановку кровотечения из поврежденных крупных сосудов (более 200 мкм в диаметре). Благодаря вторичному гемостазу образуется красный кровяной тромб, состоящий главным образом из фибрина и форменных элементов.

В процессе гемостаза участвуют стенки кровеносных сосудов, форменные элементы крови, плазменная ферментная система свертывания плазмы.

Задание 1. Проба жгута (оценка сосудистой компоненты первичного гемостаза).

Для работы необходимы: тонометр, секундомер, круг из картона 2,5 см в диаметре, ручка, карандаш.

Ход работы

Исследование проводят на внутренней стороне предплечья. Отступите 1,5–2,0 см от локтевой ямки и очертите круг 2,5 см в диаметре. Тщательно осмотрите кожу в круге – имеются ли в этом круге петехии и сколько их. На плечо наложите манжетку тонометра и создайте в ней давление в 80 мм рт. ст. Давление поддерживайте строго на одном уровне в течение 5 мин, подкачивая воздух по мере необходимости. Следите, чтобы рука обследуемого лежала свободно и была максимально расслаблена во время проведения теста. Через 10–15 мин после проведения теста в очерченной области подсчитайте все появившиеся петехии с учетом уже имевшихся. При их подсчете обращайте внимание не только на их число, но и на размер.

У здоровых людей петехии не образуются или их число не более 10 в круге, а размеры – не более 1 мм в диаметре (отрицательная проба жгута).

та). Увеличение числа петехии более 10, размеров петехии более 1 мм в диаметре или наличие кровоподтека (положительная проба жгута) свидетельствуют о неполноценности стенок микрососудов. Она может наблюдаться в результате эндокринных изменений (менструальный период), инфекционно-токсических воздействий (сепсис и др), С-гиповитаминоза, нарушения выработки фактора Виллебранда или о наличии тромбоцитопений всех видов и тромбоцитопатий, а также действия некоторых других факторов.

Отчет

Опишите ход работы. В протоколе зафиксируйте:

1. Количество петехий в круге до проведения теста (нет, 1, 2 3 и т. д.).
 2. Количество петехий в круге после проведения теста (нет, 1, 2, 3 и т. д.).
 3. Диаметр петехий (при их наличии) (до 1мм, более 1 мм).
- Сделайте вывод (отрицательная или положительная проба жгута).

Задание 2. Длительность кровотечения по Дюке (оценка тромбоцитарной компоненты первичного гемостаза).

Длительность кровотечения, определяемая по методу Дюке, дает общее представление о том, нормальна ли функция первичного гемостаза. Практическое значение имеет удлинение времени кровотечения более 4 мин. Оно отражает нарушение первичного гемостаза вследствие тромбоцитопений, тромбоцитопатий, нарушений сосудистой стенки или сочетания этих факторов. Укорочение времени кровотечения свидетельствует лишь о повышенной спастической способности периферических капилляров.

Для работы необходимы: секундомер, стерильная фильтровальная бумага, скарификаторы в стерилизаторах, вата, спирт, йод, резиновые перчатки, маски, 3 % раствор хлорамина.

Ход работы

В подушечку 4-го пальца сделайте укол на глубину 3 мм. При соблюдении этого условия кровь выделяется самопроизвольно без нажима. После прокола включите секундомер. К первой выступившей капле прикоснитесь полоской стерильной фильтровальной бумаги, которая впитывает кровь. Далее стерильной фильтровальной бумагой снимают вновь выступившую каплю крови каждые 30 сек. При этом фильтровальная бумага не должна прикасаться к коже. Постепенно капли становятся все меньше. Продолжайте эту манипуляцию до тех пор, пока на фильтровальной бумаге не перестанут оставаться следы крови. Секун-

домер выключите и отметьте в протоколе время остановки кровотечения. У здоровых людей длительность кровотечения, определяемая по методу Дюке, составляет 2–4 мин.

Отчет

Опишите ход работы. В протоколе зафиксируйте длительность кровотечения. Оцените полученный результат (время кровотечения в пределах нормы, удлинено, укорочено). Сделайте вывод о состоянии первичного гемостаза (имеется нарушение первичного гемостаза/не имеется).

Задание 3. Определение количества тромбоцитов и тромбоцитарных индексов.

Содержание тромбоцитов в периферической крови в норме составляет $150\text{--}450 \times 10^9/\text{л}$. Снижение количества тромбоцитов в крови человека менее $150 \times 10^9/\text{л}$ - это тромбоцитопения. Если число тромбоцитов превышает, то время кровотечения остается в пределах нормы. Число тромбоцитов $(50\text{--}100) \times 10^9/\text{л}$ служит причиной умеренного удлинения времени кровотечения, которое проявится только при серьезной травме или другом стрессовом состоянии. У больных с числом тромбоцитов $(20\text{--}50) \times 10^9/\text{л}$ отмечаются незначительные кровоизлияния в виде кожной пурпуры при необширной травме и кровотечения при повреждении слизистых оболочек. При числе тромбоцитов менее $20 \times 10^9/\text{л}$ отмечается выраженная тенденция к спонтанным кровотечениям при этом может произойти внутримозговое кровоизлияние и кровоизлияние в другие внутренние органы.

Увеличение количества тромбоцитов более $450 \times 10^9/\text{л}$ – это тромбоцитоз. При этом активируется первичный и вторичный гемостаз и следовательно, клиническими проявлениями такой ситуации будут тромбозы и тромбоэмболии.

Ход работы

См. данные из работы 7 (Определение показателей периферической крови, с помощью автоматического гематологического анализатора).

Отчет

В протокол внесите значения показателей PLT, MPV, оцените результат, сравнив его с нормой.

Контрольные вопросы

1. Что такое первичный и вторичный гемостаз?
2. Какие факторы влияют на процесс гемостаза?

3. Как изменяется время остановки кровотечения при следующем количестве тромбоцитов в крови: $(50-100) \times 10^9/\text{л}$, $(20-50) \times 10^9/\text{л}$, $20 \times 10^9/\text{л}$?

Контрольные вопросы

1. Внутренняя среда организма. Понятие о гомеостазе.
2. Кровь. Состав, количество, свойства и функции крови.
3. Плазма, ее минеральный и белковый состав.
4. Осмотическое и онкотическое давление крови, их физиологическая роль. Буферные системы крови.
5. Характеристика форменных элементов крови – эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, их количество, свойства, роль в организме.
6. Гемоглобин. Физиологическое значение и свойства гемоглобина.
7. Понятие о гемостазе. Основные факторы, участвующие в свертывании крови. Фазы свертывания крови.
8. Защитная функция крови. Понятие о клеточном и гуморальном иммунитете.
9. Фибринолитическая системы крови и противосвертывающие механизмы.
10. Группы крови. Системы АВО, резус.

Рекомендуемая литература

1. Основы физиологии человека / под ред. Б. И. Ткаченко. В 2 т. СПб, 1994.
2. Нормальная физиология : учебник / под ред. Б. И. Ткаченко. – 3-е изд., испр. и доп. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016.
3. Начала физиологии: учебник / под ред. акад. А. Д. Ноздрачева. СПб.: Изд-во «Лань», 2005.
4. Общий курс физиологии человека и животных: учебник / под ред. А. Д. Ноздрачева. М.: Высшая школа, 1996.
5. Физиология человека: учебник / под ред. В. М. Смирнова. М.: Медицина, 2007.
6. Физиология человека / под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М.: Мир, 2004.
7. Физиология. Основы и функциональные системы: курс лекций / под ред. К. В. Судакова. М.: Медицина, 2008.
8. Физиология человека и животных: практикум / под ред. В. Н. Гурина. Минск: БГУ, 2002.
9. *Калюнов В. Н., Миклуш Т. А.* практикум по физиологии человека и животных. Минск: БГПУ, 2003.
10. Нормальная физиология: практикум в 2-х частях / под ред. А. И. Кубарко. – 3-е изд. Минск: БГМУ, 2007.
11. *Дегтярев В. П., Сорокина Н. Д.* Нормальная физиология : учебник. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016.
12. *Кубарко А. И.* Нормальная физиология: в 2 ч. Ч. 1. под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйш. шк., 2013.
13. *Кубарко А. И.* Нормальная физиология: в 2 ч. Ч 2. под ред. А. И. Кубарко. Минск : Вышэйш. шк., 2014.

Физиология крови: 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 агглютининующие чужеродные белки бактерий, эритроцитов, лейкоцитов с адсорбированными на них антигенами и антителами.

Агглютиногены – антигены, содержатся в эритроцитах (либо в иных форменных элементах) крови, способные в присутствии однотипных агглютининов сыворотки склеиваться. Два основных агглютиногена, принадлежащих системе АВ0 обозначаются буквами латинского алфавита «А» и «В». Отсутствие их в крови соответствует 1 группе, присутствуют только А – 2 группа, только В – 3 группа, наличие А и В – 4 группа крови.

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.

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.

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

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

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 (анаеміа, греч. an – нет, отсутствие + haіma кровь) – состояние организма, характеризующееся снижением содержания гемоглобина

в единице объема крови, часто с одновременным снижением количества эритроцитов. Наблюдается после кровопотери вследствие усиленного разрушения эритроцитов или их пониженного образования.

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

Антиген – высокомолекулярное вещество, при поступлении которого организм отвечает специфической реакцией, дает иммунный ответ путем образования 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.

Антисептика (лат. *anti* – против, *septicus* – гниение) – система мероприятий, направленных на уничтожение микроорганизмов в ране, патологическом очаге, органах и тканях, а также в организме больного в целом, использующая механические и физические методы воздействия, активные химические вещества и биологические факторы.

Антитела – особые химические соединения, вырабатываемое 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.

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.

Антиромбопластины – факторы антисвертывающей системы крови (антикефалины, липоидный ингибитор), предотвращающие образование активного тромбoplastина (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 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 – гранулоцит базофильный, полиморфноядерная клетка крови с зернистой цитоплазмой, синтезирует гепарин, гистамин, принимает участие в воспалительных и аллергических реакциях, 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 pH крови – кислотно-щелочное равновесие. Буферные системы крови:

карбонатная буферная система ($\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3$);

фосфатная буферная система ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{HPO}_4$);

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

Время свертывания крови – показатель активности механизмов свертывания крови, равный времени от момента контакта крови с чужеродной поверхностью до формирования сгустка, 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. Если принять вязкость воды за единицу, то средняя относительная вязкость крови у здорового взрослого человека составит 4,5 (3,5–5,4), вязкость плазмы–2,2 (1,9–2,6). 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 им-

муноглобулины – 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.

Гематеин – 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 – соотношение объемов форменных элементов крови к плазме, в норме у взрослого мужчины гематокрит равен 44–46 об.%, у женщины–41–43 об.%.

Гематология (haematologia) – наука о крови и кроветворных органах, их структуре и функциях при нормальном и патологическом состоянии 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 (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 (гемоглобин присоединивший кислород), восстановленный или дезокси-гемоглобин (гемоглобин отдавший кислород), карбогемоглобин (соединение гемоглобина с углекислотой).

Патологические соединения: карбоксигемоглобин (соединение гемоглобина с угарным газом, сродство железа гема к СО превышает такое к O₂), метгемоглобин (соединение, которое образуется под воздействием сильных окислителей (ферицианид, анилин, бертолетова соль). Железо гема превращается в трехвалентное).

Гемоглобин, количество в крови определяемое колориметрически, выражают в г% или г/л, в крови здоровых мужчин содержится в

среднем 14,5г% гемоглобина (145 г/л) с колебаниями от 130 до 170 г/л. В крови женщин – 13г% (130 г/л) с колебаниями от 120 до 150 г/л.

Гемоглобин мышечный – миогемоглобин, *см.*

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.

Гемопозитины – 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) – остановка кровотечения с образованием тромба, обычно с повреждением стенки сосуда, или эмболами, см.

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.

Гипероксия (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.

Гирудин – вещество слюнных желез пиявок применяется в практике в качестве антикоагулянта крови.

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.

Глюкозурия – наличие глюкозы в моче.

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.

Гомогенный (homogenesis, от греч. homo одинаковый + genesis происхождение) – обладающий одними и теми же функциями, свойствами, одинаковый, бесструктурный.

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 – закономерное количественное изменение, отражающее убывание или возрастание какого-либо свойства или показателя на одинаковую величину.

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 – лейкоциты, в цитоплазме которых выявляется зернистость при окрашивании, включают эозинофилы, базофилы, нейтрофилы.

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

Группы крови – совокупность иммуногенетических признаков крови, изоантигенная структура эритроцитов (агглютиногенов) и специфичность антител сыворотки крови (агглютининов). Мембрана эритроцитов человека содержит около 250 антигенов, которые объединены более чем в 15 систем. Международное общество переливания крови в настоящее время признает 29 основных систем групп крови. Наибольшее клиническое значение имеют системы АВ0 и Rh, определяющие совместимость или несовместимость крови при переливании ее компонентов.

Группы крови по системе АВ0 – система АВ0 представлена 2 основными агглютиногенами А и В и двумя агглютинидами α и β .

Группа I(0) – в эритроцитах нет агглютиногенов, в плазме содержатся агглютинины α и β ,

Группа II(A) – в эритроцитах агглютиногены А, в плазме агглютинины β ,

Группа III(B) – в эритроцитах агглютинины В, в плазме агглютиногены α ,

Группа IV(AB) – в эритроцитах агглютинины А и В, агглютиногенов нет.

Группы крови по системе Rh – система резус включает более 15 антигенов, которые локализованы на поверхности эритроцитов. Наиболее активным из антигенов системы резус является антиген Rho или D. Его наличие или отсутствие определяет принадлежность людей к группе резус-положительных (Rh+, или D+) или резус-отрицательных (Rh-, или D-). Естественные (врожденные) антитела системы резус в крови отсутствуют. Они образуются у резус-отрицательных людей после сенсibilизации с Rh+эритроцитами.

Гуморальный (humoral, 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.

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 (человек), 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 крови; 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.

Иммунитет клеточный – иммунитет, обусловленный активностью определенных клеток, 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 И.: А (Ig A), Д (Ig D), Е (Ig E), I (Ig I), М (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

Карбоангидраза – циклосодержащий фермент, катализирующий обратимую реакцию расщепления угольной кислоты; участвует в транс-

порте двуокиси углерода и образовании соляной кислоты в обкладочных клетках желудка, $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$.

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 совместным 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, что соответствует у взрослого человека 4–6 л.

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 – процентное соотношение отдельных клеток лейкоцитов в периферической крови; лейкоцитограмма, лейкоцитарная формула.

Лейколиз – распад, процесс разрушения лейкоцитов; лейкоцитоллиз.

Лейкопения – сниженное количество лейкоцитов в единице объема периферической крови.

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

Лейкопоэтины – эндогенные вещества, стимулирующие лейкопоэз; появляются в крови после быстрого удаления большого количества лейкоцитов; разделяют на нейтрофило-, базофило-, эозинофило-, моноцито- и лимфоцитопоэтины.

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

Лейкоцит (leucocytus, от греч. leucos белый + cytos клетка, полость) – форменный элемент крови, клетка с ядром и цитоплазмой, способен к амебoidalному 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.

Лейкоцитарная формула – см. Лейкограмма.

Лимфа (лат. lymphā влага, чистая вода) – жидкая ткань организма содержится в лимфатических сосудах и узлах, pH 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 – 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 Вк (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.

М

Макрофаг – 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.

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.

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.

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

Моноцит – 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 (гистеоциты).

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

Н

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

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.

П

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, 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 плазмينا.

Плазмоциты – высокоспециализированные клетки лимфоидной ткани, продуцирующей иммуноглобулин, содержат в цитоплазме много рибосом и развитую сеть эндоплазматических цистерн, заполненных вновь образованными иммуноглобулинами; клетка плазматическая.

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 Са.

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.

Резус-фактор – особый агглютиноген, содержащийся в эритроцитах крови резус-положительных людей, при смешивании с сывороткой, содержащей резус-антитела, вызывает агглютинацию эритроцитов. Система Rh включает около 15 антигенов, наиболее важными являются Rh₀ (D). Наличие или отсутствие его определяет принадлежность людей к группе Rh⁺ (резус-положительных, 86 % европейцев) или Rh⁻ (резус отрицательных, 14 % европейцев).

Ретикулоциты – 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, получающаяся 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) – цепь последовательных ферментных реакций, приводящих к выпадению в осадок белка плазмы – фибриногена и образованию тромба из нитей фибрина и форменных элементов крови, который закупоривает дефект кровеносного сосуда, препятствуя дальнейшему кровотечению, исходным моментом является разрушение тромбоцитов.

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

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 – 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. В норме у здоровых людей СОЭ составляет: у мужчин 1–10 мм/час; у женщин 2–15 мм/час.

Сыворотка крови – плазма, лишенная фибрина.

Т

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, YIII 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 антиромбинов крови.

Тромбоз – механизм прижизненного образования тромба на внутренней стенке кровеносного сосуда.

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

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

Тромбоцитопоз – 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, разрушение клеток и других инородных частиц 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.

Фибриназа – фермент, участвующий в механизме свертывания крови, фактор XIII.

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.

Физиологические растворы – общее название изотонических водных растворов, близких к плазме (сыворотке) крови животных не только по осмотическому давлению, но и другим показателям: pH, 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. Тироде (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 – отношение найденного количества гемоглобина (г/л) к количеству эритроцитов в 1 мкл. У здоровых людей равен 0,85–1,15.

Ш

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 – клетки крови из группы лейкоцитов, эозинофильные гранулоциты, функции которых состоят в действии на токсины, образующие внутри организма, участии в аллергических реакциях, в иммунологических, гистаминоосвобождающих реакциях. Э. обладают фагоцитарной активностью, способны адсорбировать антитела и инактивировать их. Составляют 1–5 % от всех лейкоцитов.

Эозинофилия – повышенное содержание эозинофилов в периферической крови.

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 – 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.

Эритроцитоз – повышенное содержание эритроцитов в единице объема периферической крови.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
<i>РАЗДЕЛ 1. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ.....</i>	<i>4</i>
<i>РАЗДЕЛ 2. ГРУППЫ КРОВИ. СИСТЕМА АВО. РЕЗУС (Rh). МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ</i>	<i>22</i>
<i>РАЗДЕЛ 3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ. ГЕМОСТАЗ</i>	<i>29</i>
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	36
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	37
ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ: СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК	38

Учебное издание

Блиняева Людмила Григорьевна,
Лемешевский Виктор Олегович,
Синелева Марина Васильевна

ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Л. М. Корневская*
Компьютерная верстка *Д. В. Головач*
Технический редактор *А. В. Красуцкая*

Подписано в печать 09.01.2018. Формат 60×90 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 3,75. Уч.-изд. л. 2,73.
Тираж 100 экз. Заказ № 80.

Республиканское унитарное предприятие «Информационно-
вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.