Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины

Кафедра нормальной и патологической физиологии

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ

Учебно-методическое пособие для студентов
биотехнологического факультета по специальностям:
1-74 03 05 «Ветеринарная фармация» и
1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза»

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Витебск
ВГАВМ
2019

УДК 636:612.1
ББК 45.273
Ф50

Рекомендовано к изданию методической комиссией биотехнологического факультета УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» от 25 марта 2019 г. (протокол № 3)

Авторы:
кандидат ветеринарных наук, доцент *Ж. В. Вишневец*;
кандидат биологических наук, доцент *Е. Н. Кудрявцева*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *В. В. Ковзов*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *Л. Л. Руденко*;
кандидат биологических наук, доцент *А. В. Островский*

Рецензенты:
кандидат биологических наук, доцент *В. П. Баран*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *В. Н. Иванов*

Физико-химические свойства крови : учеб. – метод. пособие для
Ф50 студентов биотехнологического факультета по специальностям : 1-74 03 05 «Ветеринарная фармация» и 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» / Ж. В. Вишневец [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 28 с.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с программой по физиологии и этологии животных и предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 1-74 03 05 «Ветеринарная фармация» и 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза».

УДК 636:612.1
ББК 45.273

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2019

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Содержание

Введение 4
Кровь как ткань внутренней среды организма 5
Состав крови 5
Объем крови и депо 7
Цвет крови 8
Температура крови 8
Вязкость крови 8
Относительная плотность крови 9
Осмотическое давление 9
Онкотическое давление 11
Свойства эритроцитов 11
Гемолиз эритроцитов 12
Реакция крови 14
Система гемостаза 15
Опыты по изучению физико-химических свойств крови 20
Контрольные вопросы по теме
«Физико-химические свойства крови» 24
Список литературы 25

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Введение

Кровь – разновидность соединительной ткани, составляющая вместе с лимфой и тканевой жидкостью внутреннюю среду организма. Поддерживая относительное постоянство своего состава, кровь осуществляет стабилизацию внутренней среды, что необходимо для нормальной жизнедеятельности клеток и тканей. Сохраняя постоянство состава, кровь, тем не менее, является достаточно лабильной системой, быстро отражающей происходящие в организме изменения. Поэтому исследование крови является очень важным, а часто - и решающим методом в диагностике многих заболеваний. Изменения в составе крови тонко отражают физиологические и патологические воздействия на организм. В зависимости от задач выполняется общий клинический анализ крови, биохимический анализ и другие методы, позволяющие оценить функциональный статус системы крови.

Состав крови в здоровом организме поддерживается в относительно динамическом состоянии. Однако кровь очень чувствительна к изменениям, происходящим в организме. Гематологические исследования позволяют выявить скрыто протекающие патологические процессы, определить появление осложнений, следить за состоянием отдельных органов и систем, за эффективностью лечения.

Функции крови разнообразны:

1. ***Транспортная -*** транспортирует питательные вещества (глюкозу, аминокислоты, полипептиды, жиры, витамины, минеральные вещества и воду) после их всасывания в пищеварительной системе.

2. ***Дыхательная -*** переносит кислород от легких к тканям и углекислый газ - от тканей к легким, откуда он выделяется с выдыхаемым воздухом.

3. ***Выделительная -*** доставляет к органам выделения конечные продукты обмена веществ (аммиак, мочевина, мочевая кислота, билирубин и др.), которые выводятся из организма.

4. ***Терморегулирующая -*** обеспечивает равномерное распределение тепла в организме в результате непрерывного движения и высокой теплоемкости и теплопроводности, что способствует поддержанию определенной температуры тела.

5. ***Коррелятивная -*** за счет наличия гормонов, медиаторов, электролитов и других биологически активных веществ кровь объединяет организм, обусловливая его гуморальное единство и адаптивные реакции.

6. ***Защитная -*** обеспечивается фагоцитарной способностью лейкоцитов и формированием антител: лизины - растворяют чужеродные клетки, агглютинины - склеивают, преципитины - осаждают чужеродные белки, антитоксины - обезвреживают ядовитые вещества. При нарушении целостности кровеносных сосудов кровь способна к свертыванию, что предотвращает опасные для жизни кровопотери.

7. ***Гомеостатическая -*** имея постоянный состав и циркулируя по сосудистой системе вместе с лимфой и тканевой жидкостью, поддерживает многие физико-химические показатели внутренней среды организма на физиологически необходимом уровне, т.е. участвует в поддержании гомеостаза.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Кровь как ткань внутренней среды организма

Кровь, лимфа, межтканевая, спинномозговая, внутриплевральная, внутрисуставная, внутриклеточная и другие жидкости образуют внутреннюю среду организма. Совокупность этих жидкостей принимает участие в процессах обмена веществ и поддержании гомеостаза организма. Как ткань внутренней среды, кровь имеет ряд особенностей: ее составные части образуются вне ее; основное вещество ткани является жидким; оно постоянно находится в движении.

Внутренняя среда отличается относительным постоянством своего состава и физико-химических свойств, что создает оптимальные условия для нормальной жизнедеятельности клеток организма. Впервые положение о постоянстве внутренней среды организма сформулировал физиолог Клод Бернар. Он пришел к заключению, что постоянство внутренней среды организма есть условие независимого существования, т.е. жизни, свободной от резких колебаний внешней среды.

В 1929 г. Уолтер Кэннон ввел термин **гомеостаз.** В настоящее время под гомеостазом понимают динамическое постоянство внутренней среды организма и регулирующие механизмы, которые обеспечивают это состояние. Относительно постоянные количественные показатели (параметры) получили название «***физиологические (биологические) константы»***. Они обеспечивают оптимальные условия жизнедеятельности клеток организма и отражают его нормальное состояние. На постоянном уровне поддерживается количество белков крови, содержание глюкозы, всех катионов и бикарбоната, концентрация водородных ионов, осмотическое давление и температура. Содержание же в плазме фосфатов, мочевины, мочевой кислоты, нейтрального жира может колебаться в относительно больших пределах без того, чтобы вызвать болезненное состояние. Постоянство состава крови достигается деятельностью органов дыхания, выделения, нервной системой и гормонами. Главная роль в поддержании гомеостаза принадлежит крови.

В 1939 г. Г.Ф. Ланг создал представление о **системе крови**. В систему крови входят: периферическая кровь, циркулирующая по сосудам, регулирующий нейрогуморальный аппарат, а также органы кроветворения и кроверазрушения (костный мозг, лимфатические узлы, тимус, селезенка и печень).

Состав крови

Кровь – жидкая ткань организма, состоящая из плазмы (55-60%) и форменных элементов (эритроциты, лейкоциты и тромбоциты) (40-45%). Плазма, лишенная фибриногена, называется ***сывороткой***.

В составе цельной крови 80% воды и 20% сухого вещества. В составе плазмы содержится 90-92% воды, 6-8% белка, 0,06-0,16% углеводов, 0,1-0,2% жира, 0,8-0,9% минеральных веществ (рисунок 1), а также гормоны, ферменты, витамины, продукты азотистого обмена.

В крови находится боле 100 белков. Методом электрофореза могут быть разделены на 3 группы:

1) альбумины (4,5%),
2) глобулины (α, β, γ) – 2-3,5%,
3) фибриноген (0,5%).

Альбумины составляют 60% всех белков плазмы, благодаря низкому моле-

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

кулярному весу (69000 Д) обеспечивают на 80% онкотическое давление. Благодаря большой суммарной площади поверхности выполняют роль переносчиков.

Фракция глобулинов разделяется на альфа-1, альфа-2, бета- и гамма-глобулины. Глобулины образуют комплексные соединения с углеводами, липидами, полисахаридами, связывают гормоны, микроэлементы. Фракция гамма-глобулинов включает иммуноглобулины, агглютинины, многие факторы системы свертывания крови.

Соотношение альбуминов и глобулинов в плазме называют ***белковым коэффициентом.*** У свиней, овец, коз, собак, кроликов он больше единицы, а у лошадей, крупного рогатого скота - меньше единицы.

Фибриноген является источником фибрина, который обеспечивает образования сгустка крови.

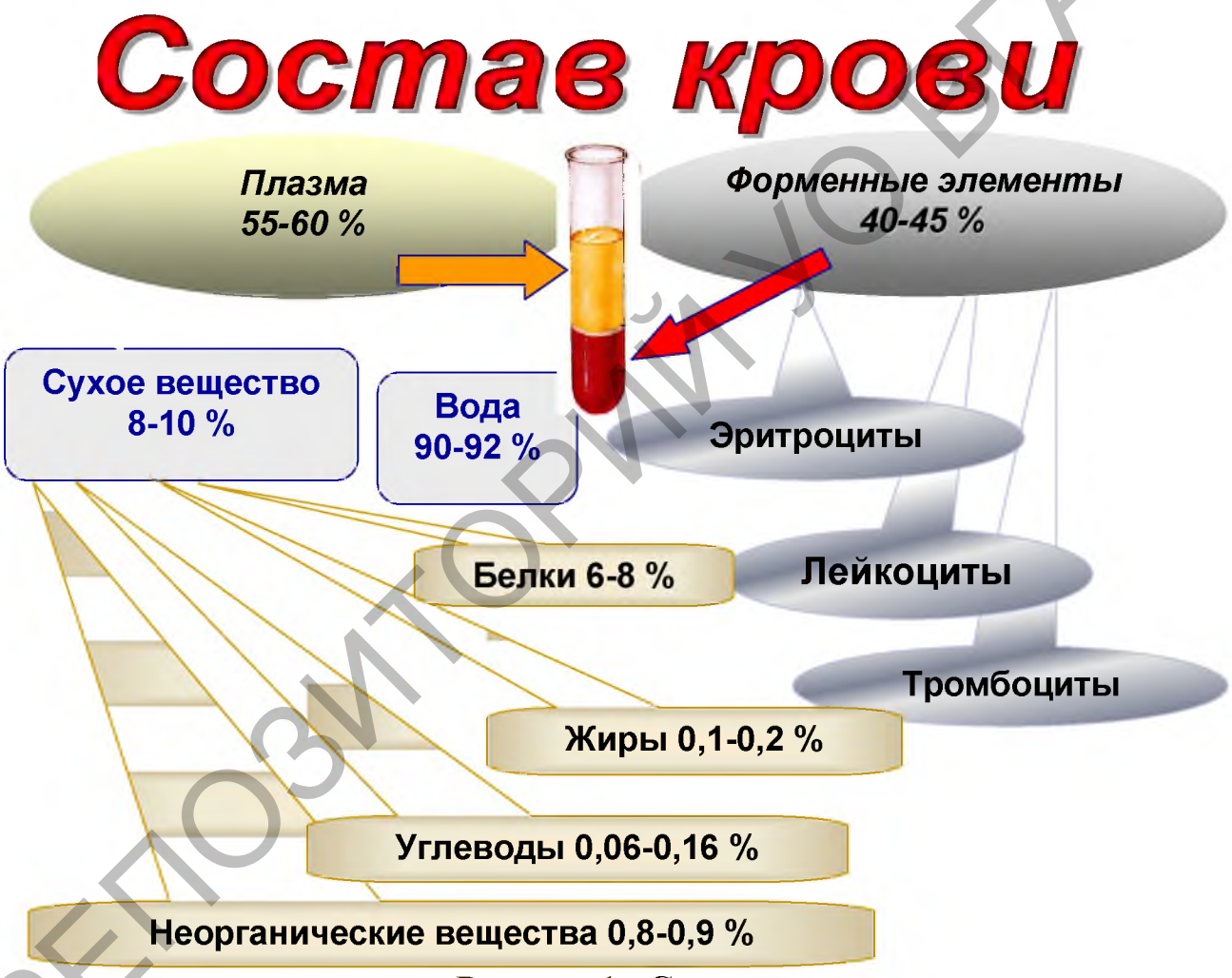


Рисунок 1 - Состав крови

Для получения плазмы и форменных элементов необходимо кровь стабилизировать, т.е. предотвратить ее от свертывания добавлением ***стабилизаторов (антикоагулянтов)*** – гепарин, трилон Б, натрия цитрат, натрия оксалат, гирудин. Антикоагулянты прямого действия (гепарин, гирудин и др.) понижают активность тромбина в крови. Препараты, содержащие ионы натрия, связывают и удаляют из плазмы ионы кальция.

Для получения сыворотки необходимо, чтобы кровь свернулась. Для это-

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

го кровь берут без добавления антикоагулянтов. Через некоторое время происходит свертывание крови – образование сгустка из фибрина и форменных элементов и прозрачной жидкости – сыворотки.

Фильтрат крови без фибрина называется ***дефибринированной*** кровью. При этом из крови механическим путем удаляется фибрин (в колбу помещают кровь без антикоагулянта со стеклянными бусинками, встряхивают), он собирается в виде волокнистых нитей на бусинках. В норме в 1 мл цитратной крови содержится 6-9 мг фибрина. Для определения количества фибриногена в 1 л крови полученную величину умножают на коэффициент 222.

Между плазмой и форменными элементами существуют определенные соотношения, их характеризует ***гематокритное число (гематокрит),*** согласно которому на форменные элементы приходится 40-45%, а на плазму – 55-60%. ***Гематокрит (Ht)*** выражает процентное содержание форменных элементов (практически эритроцитов) в единице объема крови (например 45% : 55%, следовательно, гематокрит равен 45). Он показывает степень гемоконцентрации или гидремии (повышенное содержание воды и крови). В соответствии с Международной системой единиц (СИ) величина гематокрита выражается в долях литра на литр (л/л). Например, величина 40-48 об % = 0,40 – 0,48 л/л.

Объем крови и депо

Объем циркулирующей крови связан с величинами кровяного и осмотического давления. Этот показатель относительно постоянен. Количество крови у сельскохозяйственных животных в среднем составляет 7-9% от массы тела. Большая часть крови находится в постоянном движении (55-60% - от общего количества), а 40-45% ее объема пребывает в депонированном состоянии. Примерно 84% крови находится в большом круге кровообращения, 9% - в малом круге кровообращения и примерно 7% - в сердце. У животных с активным передвижением (собаки, лошади) объем крови на 1 кг массы тела больше, чем у малоподвижных животных (овцы, коровы, кролики).

Объем крови изменяется при температурных колебаниях. Это связано со снижением или увеличением тонуса поверхностных сосудов. Так, при повышении температуры окружающей среды уменьшается объем циркулирующей крови, т.к. расширяются прекапиллярные сосуды, повышается капиллярное давление, и часть жидкости выходит из сосуда, кроме того, усиливается потоотделение.

При физических нагрузках уменьшается объем плазмы циркулирующей крови. Снижение атмосферного давления вызывает компенсаторное возрастание объема циркулирующей крови за счет увеличения количества форменных элементов (полицитемия).

Увеличение общего количества крови назывется **гиперволемией.** Уменьшение объема крови **– гиповолемия.**

При уменьшении объема циркулирующей крови происходит поступление из сосудистых депо. Депо крови являются: печень - 20%, селезенка - 16%, кожа – 10%, в меньшей степени - легкие, мышцы и почки. Депонированная кровь содержит больше форменных элементов. Выход крови из депо происходит при мышечных нагрузках, кровопотерях, подъемах в высоту, т.е. когда организм испытывает недостаток кислорода.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Потеря крови опасна, особенно быстрая, когда еще не успевают вступить регуляторные механизмы. Так, постепенная, медленная утрата 3/4 частей крови не ведет к смерти, быстрая же потеря 1/3-1/2 части заканчивается гибелью.

Цвет крови

Красный цвет крови определяется наличием в эритроцитах белка гемоглобина, содержащего пигментную часть гемм. Артериальная кровь характеризуется ярко-красной окраской, что зависит от содержания в ней гемоглобина, насыщенного кислородом (оксигемоглобин). Венозная кровь имеет темно-красную с синеватым оттенком окраску, что объясняется наличием в ней не только окисленного, но и восстановленного гемоглобина. Чем активнее орган и чем больше отдал кислорода тканям гемоглобин, тем более темной выглядит венозная кровь.

Температура крови

Во многом зависит от интенсивности обмена веществ того органа, от которого оттекает кровь, и колеблется в пределах 37-40^{0}С. При движении крови не только происходит некоторое выравнивание температуры в различных сосудах, но и создаются условия для отдачи или сохранения тепла в организме.

Вязкость крови

Вязкость крови – это физико-химическое свойство крови, обусловленное внутренним трением. Процессы деформации и течения крови изучает ***гемореология***. При ламинарном потоке крови возникает сила внутреннего трения, противодействующая ее течению.

Кровь – довольно вязкая жидкость, и определяется она главным образом содержанием эритроцитов и в меньшей степени - белками плазмы. Вязкость крови определяется по отношению к вязкости воды и соответствует 4,5-5,0. Вязкость венозной крови несколько больше, чем артериальной, что обусловлено поступлением в эритроциты CO_2, благодаря чему незначительно увеличивается их размер. Вязкость крови возрастает при опорожнении депо крови, содержащей большее число эритроцитов. Вязкость плазмы не превышает 1,8-2,2. При обильном белковом питании вязкость плазмы, а, следовательно, и крови может повышаться.

Вязкость крови влияет в значительной мере на скорость, с которой протекает через артерии, и кровяное давление. Текучесть крови определяется также ее плотностью и характером движения различных типов клеток. Лейкоциты, например, движутся поодиночке, в непосредственной близости к стенкам кровеносных сосудов. Эритроциты могут перемещаться как по отдельности, так и группами наподобие уложенных в стопку монет, создавая концентрирующийся в центре сосуда поток.

Величина, обратная вязкости, есть ***текучесть***. **Эффект Фареуса-Линдквиста** – это уменьшение вязкости крови при движении в сосудах малого диаметра (около 100 мк). Физиологический смысл этого феномена заключается в том, что он существенно уменьшает затраты сердца по движению крови по сосудам малого диаметра, имеющим большую суммарную величину площади.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Относительная плотность крови

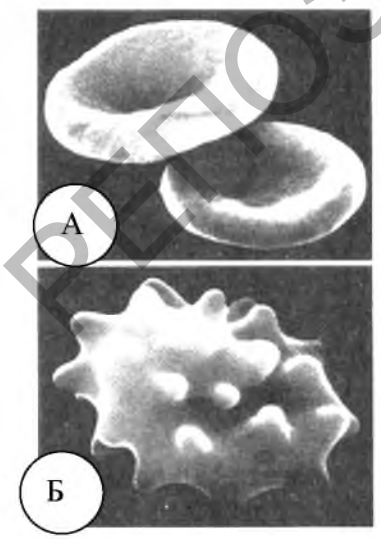
Относительная плотность крови (удельный вес) колеблется от 1,058 до 1,062 г/см^3 и зависит преимущественно от содержания эритроцитов. Относительная плотность плазмы крови в основном определяется концентрацией белков и составляет 1,029-1,032 г/см^3. Плотность эритроцитов – 1,08-1,09 г/см^3, цельной крови - 1,04–1,06 г/см^3 (за 1 берется плотность воды).

Осмотическое давление

Осмотическое давление - это сила, вызывающая движение растворителя через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный. Осмотическое давление крови млекопитающих находится на относительно постоянном уровне и составляет 7-8 атм. Величина осмотического давления зависит в основном от растворенных в крови низкомолекулярных соединений - солей, глюкозы и мочевины. Около 60% этого давления создает NaCl. Осмотическое давление крови соответствует осмотическому давлению 0,85-0,9% раствора NaCl.

Осмотическое давление определяет переход воды из тканей в кровь и из крови - в ткани. Изменение осмотического давления жидкости, окружающей клетки, ведет к нарушению водного обмена в них (рисунок 2).

Рисунок 2 - Изменение формы эритроцитов в растворах с разным осмотическим давлением



Раствор с осмотическим давлением, равным давлению содержимого клеток, называют ***изотоническим.*** Изменения с клетками в нем не происходят.

Раствор с более высоким осмотическим давлением, чем в содержимом клеток, называется ***гипертоническим***. Ток воды происходит из эритроцитов в раствор, в результате произойдет уменьшение в размере и сморщивание эритроцитов – ***плазмолиз*** (рисунок 3).

А - нормальные эритроциты в форме двояковогнутого диска; Б - сморщенные эритроциты в гипертоническом солевом растворе

Рисунок 3 - Плазмолиз эритроцитов

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Раствор с более низким осмотическим давлением называется ***гипотоническим***. При небольшой степени гипотонии вода устремляется внутрь эритроцитов, они набухают и увеличиваются в размере. В растворе с более низким осмотическим давлением эритроциты разрушаются с выходом гемоглобина в плазму крови, которая приобретает прозрачный красный цвет (лаковая кровь) – это явление ***осмотический гемолиз***.

Устойчивость эритроцитов к гипотоническим растворам называется ***осмотической резистентностью.*** Ее можно определить, помещая эритроциты, отмытые от плазмы крови, в растворы хлорида натрия разной концентрации – от 0,9 до 0,1%. Обычно гемолиз начинается при концентрации хлорида натрия 0,5-0,7% (минимальная резистентность); полностью все эритроциты разрушаются при более низкой степени гипотонии (0,4-0,3%) (максимальная резистентность). Границы концентрации, при которых начинается и заканчивается гемолиз, называют ***шириной резистентности эритроцитов***. Следовательно, не все эритроциты обладают одинаковой устойчивостью к гипотоническим растворам.

Осмотическая резистентность эритроцитов зависит от проницаемости их мембраны для воды, что связано с ее строением и возрастом эритроцитов. Повышение устойчивости эритроцитов, когда они выдерживают более низкую концентрацию соли, указывает на «старение» крови и задержку эритропоэза, а понижение резистентности – на «омоложение» крови, усиление кроветворения.

Для определения величины осмотического давления пользуются криоскопическим методом, при котором находят депрессию или точку замерзания раствора. Температура замерзания раствора тем ниже, чем больше концентрация растворенных в нем частиц, т.е. чем выше его осмотическое давление. У сельскохозяйственных животных депрессия крови на 0,56-0,58^0 С ниже температуры замерзания воды, что соответствует осмотическому давлению в 7,6-8,1 атм.

Механизм осмотической регуляции очень сложен. Он включает системы нескольких органов и находится под контролем нервной системы и гуморальных веществ. Осмотическое давление держится на относительно постоянном уровне за счет функции почек, потовых желез, пищеварительного тракта, а также осморецепторных клеток, расположенных в кровеносных сосудах, тканях и особенно - в гипоталамусе.

Осморецепторы стенки аорты, сонной артерии, сосудов почек и печени воспринимают раздражения, связанные с уменьшением воды и увеличением концентрации солей в крови, и передают информацию в центральную нервную систему, в том числе гипоталамус, влияющий на продукцию гормонов гипофиза. Основными его гормонами, которые участвуют в процессе осморегуляции, являются вазопрессин – антидиуретический гормон (АДГ) задней доли гипофиза и аденокортикотропный гормон (АКТГ) передней доли гипофиза.

При повышенном осмотическом давлении (жажде) тормозится продукция АКТГ и усиливается поступление в кровь вазопрессина, который повышает реабсорбцию воды в петле Генле, тормозит процесс обратного всасывания солей, одновременно повышает фильтрацию в мальпигиевых клубочках. Это приводит к удержанию воды в тканях, выведению солей из организма и нормализации осмотического давления жидкостей.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

При пониженном осмотическом давлении – гидремии – тормозится процесс образования вазопрессина и усиливается продукция АКТГ. Этот гормон стимулирует функцию клубочковой зоны коры надпочечников, где вырабатываются минералкортикоиды, и пучковой зоны, продуцирующей глюкокортикоиды. Наиболее активный гормон, участвующий в регуляции осмотического давления из группы минералкортикоидов, – альдостерон, из глюкокортикоидов – кортизон. Эти гормоны сужают просвет выносящих сосудов, тормозят реабсорбцию воды и повышают реабсорбцию солей.

Соединительная ткань кожи при понижении осмотического давления крови вбирает в себя избыток воды из крови или отдает ее крови при повышении осмотического давления.

В кишечнике растворы минеральных солей изменяют свой состав и всасываются в концентрациях, при которых они способны установить нормальный ионный состав крови.

Онкотическое давление

Давление, создаваемое белками плазмы крови, называется **онкотическим**. Оно составляет 25-30 мм рт.ст. (0,2-0,3 атм.). Онкотическое давление на 80% обусловлено альбуминами. Вследствие малых размеров и высокой гидрофильности они обладают выраженной способностью притягивать к себе воду. Онкотическое давление регулирует обмен воды между кровью и тканями, а именно препятствует чрезмерному переходу воды из крови в ткани и способствует реабсорбции ее из тканевых пространств. Поэтому при уменьшении белков в плазме крови развиваются отеки тканей (голодные отеки - при голодании или недостаточном поступлении белков с кормом). Таким образом, онкотическое давление играет важную роль в регуляции водного обмена, влияет на образование тканевой жидкости, лимфы, мочи и всасывание воды в кишечнике.

Свойства эритроцитов

Агрегация эритроцитов **-** обратимый процесс образования ими сложных трехмерных комплексов и межклеточных структур. Эритроциты взаимодействуют между собой, соприкасаясь боковыми поверхностями, образуя длинные цепочки, напоминающие монетные столбики. Это феномен также называется ***сладж-эффектом***. Соединение эритроцитов осуществляется с участием высокомолекулярных белков, образующих своего рода «мостики» между клетками. Повышение в крови фибриногена, α_1- , α_2-, β-глобулинов, иммуноглобулинов усиливает агрегацию эритроцитов. Этот феномен наблюдается при неподвижном состоянии крови либо при очень малых скоростях сдвига. При увеличении скорости движения крови происходит постепенное разрушение агрегатов эритроцитов.

Деформируемость эритроцитов – это способность клеток изменять свою форму под действием внешней силы. Эритроциты способны удлиняться при деформации в 2-3 раза. Безъядерные эритроциты способны к деформации в большей мере, чем эритроциты, имеющие ядра. Дисковидный эритроцит легко проходит через капилляры диаметром 3 мкм. При движении эритроцитов в потоке крови отмечается вращение его мембраны вокруг внутреннего содержимого - «феномен танковой гусеницы». Благодаря деформируемости эритроцитов

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

возрастает площадь активной диффузии газов, а также оказывает существенное влияние на вязкость крови.

Белково-липоидная оболочка эритроцитов обладает ***избирательной проницаемостью.*** Так, через мембрану хорошо проходят кислород и углекислый газ, вода, ионы хлора, бикарбонаты. Ионы калия и натрия, глюкоза, мочевина проникают через мембрану медленно, а для ионов кальция, белковых и липидных молекул мембрана непроницаемая. Ионный состав эритроцитов отличается от состава плазмы крови: внутри эритроцитов поддерживается более высокая концентрация калия и меньшая - натрия, чем в плазме крови. Градиент концентрации указанных ионов сохраняется за счет работы натрий-калиевого насоса.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) (суспензионная устойчивость крови). Кровь представляет собой суспензию, или взвесь, так как форменные элементы ее находятся в плазме во взвешенном состоянии. Взвесь эритроцитов в плазме поддерживается гидрофильной природой их поверхности, а также тем, что эритроциты (как и другие форменные элементы) несут отрицательный заряд, благодаря чему отталкиваются друг от друга. Если отрицательный заряд форменных элементов уменьшается, что может быть обусловлено адсорбцией таких положительно заряженных белков, как фибриноген, γ-глобулины, парапротеины и др., то снижается электростатический «распор» между эритроцитами. При этом эритроциты, склеиваясь друг с другом, образуют так называемые монетные столбики. Одновременно положительно заряженные белки выполняют роль межэритроцитарных мостиков. Такие «монетные столбики», застревая в капиллярах, препятствуют нормальному кровоснабжению тканей и органов.

Если кровь поместить в пробирку, предварительно добавив в нее вещества, препятствующие свертыванию, то через некоторое время можно увидеть, что кровь разделилась на два слоя: верхний состоит из плазмы, а нижний представляет собой форменные элементы, главным образом эритроциты. Исходя из этих свойств, Фарреус предложил изучать суспензионную устойчивость эритроцитов, определяя скорость их оседания в крови, свертываемость которой устранялась предварительным добавлением цитрата натрия. Этот показатель получил наименование «скорость оседания эритроцитов (СОЭ)».

Величина СОЭ зависит от возраста и пола. Наибольшее влияние на величину СОЭ оказывает содержание фибриногена: при увеличении его концентрации более 4 г/л СОЭ повышается. СОЭ резко увеличивается во время беременности, когда содержание фибриногена в плазме значительно возрастает. Повышение СОЭ наблюдается при воспалительных, инфекционных и онкологических заболеваниях, а также при значительном уменьшении числа эритроцитов (анемия). Уменьшение СОЭ является неблагоприятным признаком.

Гемолиз эритроцитов

Процесс разрушения оболочки эритроцитов и выход в плазму крови гемоглобина и других компонентов называется ***гемолизом*** *(греч. haima - кровь + lysis - распад, разрушение)* (рисунок 4). Гемолизированная кровь прозрачная, ее называют лаковой. Под микроскопом в ней не видно эритроцитов, так как они разрушены. Различают следующие виды гемолиза:

1) ***физиологический (внутриклеточный)*** гемолиз – постоянно протекающий в организме естественный процесс разрушения старых эритроцитов.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Окончательно разрушение эритроцитов при естественном гемолизе происходит в селезенке. В норме естественному гемолизу подвергаются 0,8% эритроцитов в сутки. Также к естественному гемолизу можно отнести разрушение эритроцитов, прилипших к стенкам сосудов потоком крови;

2) ***патологический гемолиз*** – возникает при действии экзо- и эндогенных факторов. Он бывает нескольких видов: осмотический, механический, термический, химический и биологический.

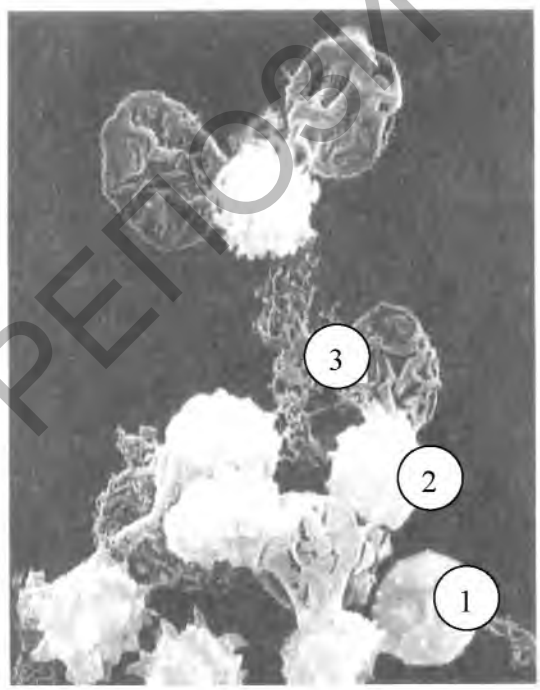
Осмотический гемолиз наступает при снижении осмотического давления плазмы крови. В таком случае вода проникает внутрь эритроцитов, эритроциты увеличиваются в размере и разрываются.

Механический гемолиз возникает при интенсивных физических воздействиях на кровь. Возможен при взятии крови: при насасывании из вены через узкие иглы, при грубом встряхивании и перемешивании. При заборе крови из вены струя крови должна стекать по стенке пробирки, а не ударяться о дно.

Термический гемолиз происходит при резком изменении температуры крови: например, при взятии крови у животного в зимнее время в холодную пробирку, при замораживании. При замораживании вода в клетках крови превращается в лед, и кристаллы льда, увеличиваясь в объеме, разрушают оболочку. Термический гемолиз наступает при нагревании крови выше 50…55^0 С вследствие коагуляции белков в мембранах.

Химический гемолиз происходит под воздействием жирорастворимых веществ, нарушающих фосфолипидную часть мембраны. Наблюдается вне организма, при попадании в кровь кислот, щелочей, органических растворителей – спиртов, эфира, бензола, ацетона и др. Химический гемолиз обычно используется для исследования крови в лабораторных условиях.

Иногда гемолиз возникает как реакция на лечение при использовании определенных медикаментозных средств. Эти средства можно выделить в группу, включающую в себя следующие препараты: противотуберкулезные и антималярийные средства, диуретики, сульфаниламиды, анальгетики.



1 – дискоцит;
2 – эхиноцит;
3 – «тени» (оболочки) эритроцитов

Рисунок 4 - Электронная микрофотография гемолиза эритроцитов и образование их «теней»

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Биологический, или ***токсический, гемолиз*** может произойти прижизненно, при попадании в кровь различных гемолитических ядов (например, при змеиных укусах, при некоторых отравлениях). Биологический гемолиз возникает при переливании несовместимой группы крови под влиянием иммунных гемолизинов.

Также различают ***внутрисосудистый*** гемолиз и ***внесосудистый*** гемолиз. Внутрисосудистый гемолиз происходит в кровеносных сосудах. При этом гемоглобин начинает выделяться почками, что повреждает нефрон. Поэтому опасность гемолиза заключается в развитии шока, а в последующем – острой и хронической почечной недостаточности. При внесосудистом гемолизе эритроциты разрушаются в селезенке или печени.

Реакция крови

Реакция крови обусловлена концентрацией в ней водородных (H^+) и гидроксильных (OH^-) ионов - слабощелочная, строгопостоянная – pH – 7,35-7,55. pH артериальной крови – 7,4; pH венозной крови вследствие повышенного содержания в ней углекислоты равен 7,35. Внутри клеток pH в пределах 7-7,2 вследствие высокого метаболизма и образования кислых продуктов обмена.

pH – это одна из жестких констант гомеостаза. Имеет большое значение, так как нормальная функция всех органов и систем возможна только при определенной реакции. Так, сдвиг на 0,1 приводит к нарушению дыхания и сердечно-сосудистой деятельности, снижение pH на 0,3 вызывает ацидотическую кому, а на 0,4 – не совместимо с жизнью. Это связано с тем, что ферменты крови работают при строгом pH.

Это постоянство обеспечивается буферными системами. К ним относят:

- ***Гемоглобиновая буферная система*** (составляет 75%) – обеспечивается гемоглобином. В восстановленном состоянии он является очень слабой кислотой, в окисленном – его кислотные свойства усиливаются.
- ***Карбонатная буферная система*** (20%) – представлена угольной кислотой (H_2CO_3) и ее солями (двууглекислый натрий, калий – $NaHCO_3$ и $KHCO_3$). С деятельностью этой системы связано выделение углекислого газа легкими, что обеспечивает почти мгновенное восстановление нормальной реакции крови.
- ***Фосфатная буферная система*** – образована смесью однозамещенного и двузамещенного фосфорнокислого натрия (NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4). Первое соединение слабо диссоциирует и ведет себя как слабая кислота, второе – имеет свойства слабой щелочи.
- ***Белковая буферная система*** обеспечивается белками плазмы крови, которые обладают амфотерными свойствами: с кислотами вступают в реакцию как основания, с основаниями – как кислоты, благодаря чему участвуют в поддержании pH на относительно постоянном уровне.

Мощность буферных систем крови неодинакова у разных видов животных. Особенно велика она у животных, биологически приспособленных к напряженной мышечной работе, например у лошадей.

В результате обменных процессов образуется больше кислотных продуктов, чем щелочных, поэтому опасность сдвига реакции крови в кислую сторону более вероятна, чем в щелочную. В связи с этим буферные системы крови

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

обеспечивают гораздо большую устойчивость по отношению к поступлению кислот, чем щелочей. Следовательно, запасы щелочных веществ в крови значительно больше, чем кислых, а щелочной резерв крови во много раз превышает кислотный. Таким образом, в поддержании pH кроме буферных систем важную роль играет ***щелочной резерв***, который состоит из щелочных солей слабых кислот, содержащихся в крови. Во время интенсивной работы щелочные резервы расходуются на нейтрализацию кислых продуктов, накапливающихся в результате повышенной деятельности мышечной системы.

Кислотно-щелочное равновесие может нарушаться и тогда наблюдается:

1) ***ацидоз*** – сдвиг активной реакции в кислую сторону;
2) ***алкалоз*** – сдвиг активной реакции в щелочную сторону.

Ацидоз может возникнуть вследствие увеличения содержания в крови углекислоты или уменьшения щелочного резерва. Алкалоз может быть вызван скармливанием или введением в организм большого количества щелочных продуктов, а также может наблюдаться при заболеваниях, сопровождающихся усиленным выделением кислот или повышенной задержкой щелочных веществ.

Ацидоз и алкалоз бывают *компенсированный* – при этом расходуется щелочной резерв, а pH не изменяется и *некомпенсированный* – при котором изменяется pH.

Система гемостаза

Гемостаз (лат. *Haema* – кровь, *Stasis* – остановка) – совокупность факторов, которые обеспечивают жидкое агрегатное состояние крови в обычных условиях и ее свертывание при нарушении механической целостности сосудов, а также фибринолиз и реканализацию сосудов после восстановления целостности их стенок в том случае, если просвет сосуда окажется закупоренным тромбом.

Гемостаз обеспечивается несколькими компонентами:

1) стенками сосудов,
2) тромбоцитами,
3) плазменными факторами свертывания,
4) механизмами антикоагуляции и фибринолиза.

Основные механизмы системы гемостаза:

1) сосудисто-тромбоцитарный гемостаз,
2) коагуляционный гемостаз,
3) фибринолитические механизмы,
4) ***антикоагулянтные механизмы.***

Сосудисто-тромбоцитарный (первичный) гемостаз обеспечивает формирование белого тромбоцитарного сгустка, необходимого для закрытия дефекта мелких кровеносных сосудов. В этом участвуют непосредственно сосудистая стенка и тромбоциты. Повреждение сосуда вызывает рефлекторное сужение их просвета, что приводит к временной остановке кровотечения. Параллельно с этим процессом происходит адгезия (прилипание) тромбоцитов, далее развиваются процессы агрегации (склеивания) тромбоцитов с образованием тромбоцитарного сгустка. В итоге развивается его ретракция (уплотнение). Образовавшийся тромб позволяет закрыть дефект мелких

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

кровеносных сосудов и необходим для наступления последующих процессов вторичного гемостаза.

Коагуляционный (вторичный) гемостаз обеспечивает процессы формирования красного кровяного сгустка для предупреждения выхода крови из поврежденных крупных сосудов.

Свертывание крови **(гемокоагуляция)** – это каскадный ферментативный процесс, в котором последовательно активируется ряд проферментов, в результате чего образуется тромб. Стимулом для этого может служить контакт крови с какой-либо поврежденной внутренней поверхностью кровеносного сосуда (внутренней системой) или с нарушением целостности мягких тканей (внешней системой). В процессе принимают участие вещества, находящиеся в плазме крови, в форменных элементах крови и в эндотелиоцитах. Эти вещества называют ***факторами свертывания крови*** **(ФСК).** Они образуются постоянно и всегда присутствуют в крови, но в неактивном состоянии. При отсутствии хотя бы одного из факторов кровь теряет способность свертываться.

Плазменные факторы свертывания крови обозначаются римскими цифрами и факторы, содержащиеся в тромбоцитах, обозначают арабскими цифрами. К плазменным факторам относятся: фибриноген - I, протромбин - II, тромбопластин (тканевой фактор) - III, ионы кальция - IV, проакцелерин - V, акцелерин - VI, проконвертин - VII, фактор Виллебранда (антигемофильный глобулин А) - VIII, фактор Кристнаса (антигемофильный глобулин В) - IX, фактор Стюарта-Прауэра (тромботропин) - X, антигемофильный фактор (плазменный предшественник тромбспластина плазмы) - XI, фактор Хагемана - XII, фибринстабилизирующий фактор - XIII.

В тромбоцитах содержится ряд специфических факторов, участвующих в свертывании крови (тромбоцитарные факторы). Их до 13, из которых наиболее важные – тромбоцитарный тромбопластин (освобождается при разрушении тромбоцитов, по своей структуре является фосфолипидом), тромбостенин (обусловливает ретракцию сгустка тромбоцитов), сосудосуживающий (адсорбированный на тромбоцитах серотонин), фактор агрегации тромбоцитов – аденозиндифосфат (АДФ).

В основу механизма свертывания крови положена разработанная А. Шмидтом в 1872 году ферментативная теория. Чешский ученый Моравиц в 1915 г. описал основные фазы свертывания крови (рисунок 5):

I фаза - образование протромбиназы;

II фаза – образование тромбина;

III фаза – формирование фибринового сгустка:

IV фаза – ретракция этого сгустка.

1 фаза. При повреждении ткани и кровеносного сосуда из разрушающихся тромбоцитов и ткани выделяются тромбопластины, которые взаимодействуют с факторами плазмы крови (XII фактор – Хагемана) и ионами кальция, претерпевают ряд изменений, и в результате образуется протромбиназа (тканевая и кровяная).

2 фаза. Образовавшаяся протромбиназа в присутствии ряда плазменных факторов (ионы Са, проконвертин) адсорбирует неактивный фермент протромбин и превращает его в активную форму – тромбин. Протромбин синтезируется в печени, и для этого необходим витамин К.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

3 фаза. Тромбин в присутствии ионов Ca^{2+} вызывает переход растворенного в плазме крови белка фибриногена в нерастворимую форму – фибрин, нити которого составляют основу тромба. Форменные элементы заполняют свободные полости фибринового сгустка (рисунок 6). Фибриноген синтезируется в печени и поступает в кровь. Часть фибриногена из крови через стенки капилляров выходит в межклеточную жидкость и по лимфатическим сосудам возвращается в кровь, поэтому и лимфа обладает способностью свертываться.

4 фаза. Ретракция кровяного сгустка – процесс уплотнения, сокращения фибринового сгустка, который прочно закрывает дефект сосудистой стенки. Вызывает ретракцию особый фактор - тромбостенин, который выделяется тромбоцитами. Кроме того, из тромбоцитов поступают серотонин и катехоламины, которые вызывают сужение сосуда. Ретракция сопровождается выделением из него сыворотки крови.

Затем начинаются процессы репарации, пролиферации, которые позволяют восстановить сосудистую стенку.

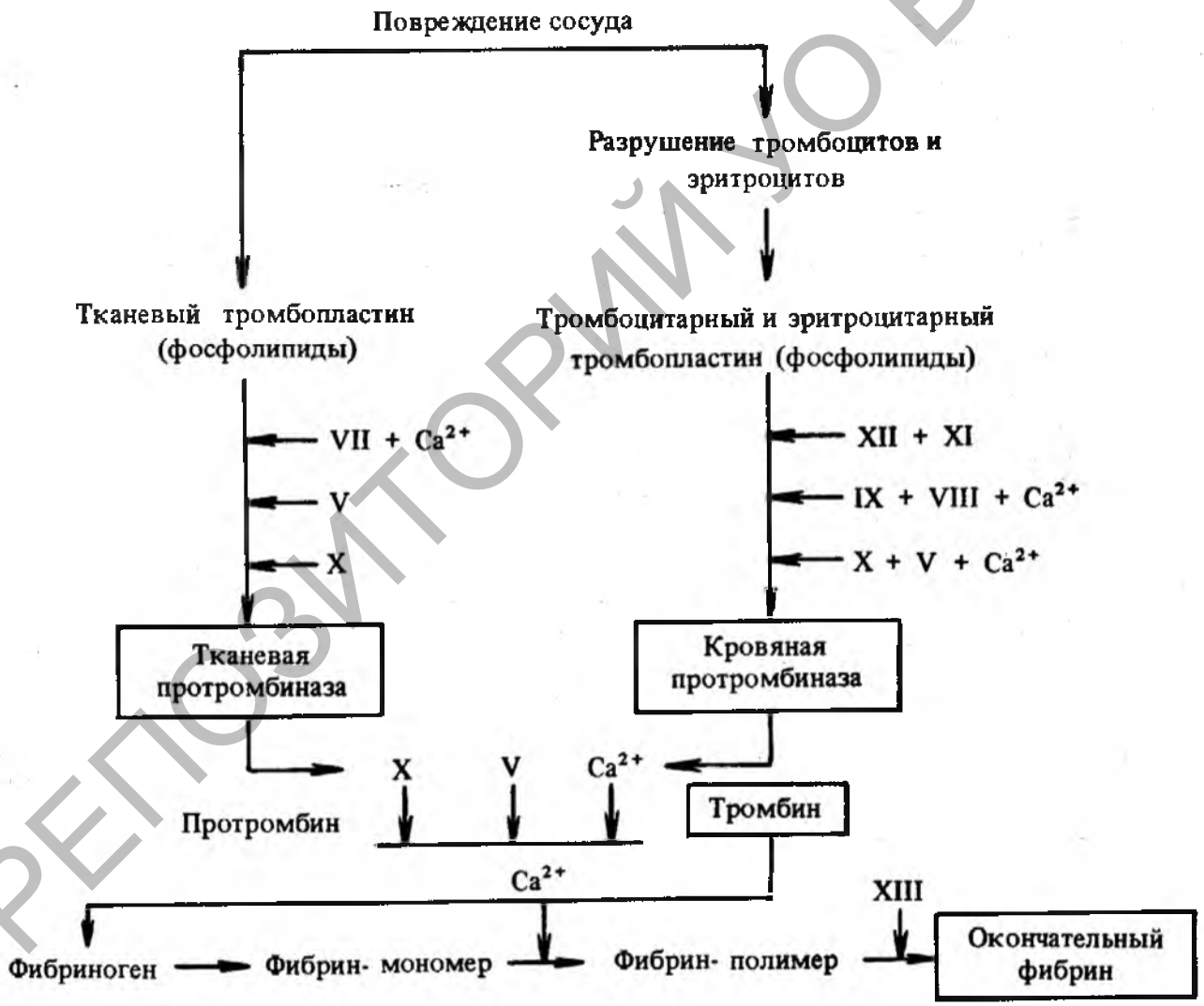


Рисунок 5 - Схема свертывания крови

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

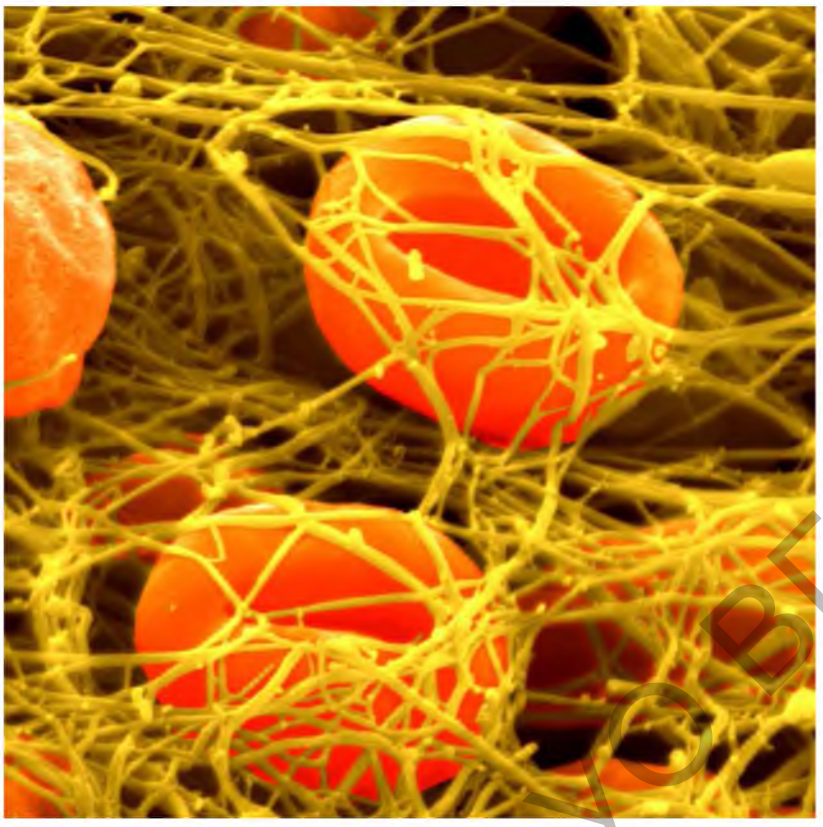


Рисунок 6 - Сгусток крови
(Интернет источник: https://res.cloudinary.com/fleetnation/image/private/c_fill,g_center,h_640,w_640/v1506217721/sby6ftago15obg6v1gdb.jpg)

Фибринолитические механизмы осуществляют растворение кровяного сгустка, что обеспечивается фибринолизом. ***Фибринолиз*** – это процесс ферментативного растворения фибрина. Происходит рассасывание мелких тромбов, а в более крупных тромбах – образование каналов, по которым может восстановиться движение крови – канализация тромба.

Фермент, растворяющий фибрин, – плазмин. В крови находится его неактивная форма – плазминоген. Он синтезируется в печени, костном мозге, в почках.

Фибринолитическая система крови – это совокупность плазминогена со своими активаторами и ингибиторами. Активаторы плазминогена: фактор Хагемана, выработку которого усиливают различные стимулы – адреналин, никотиновая кислота, физические, психические нагрузки, т.е. когда повышается свертываемость крови. Ингибиторы (антиплазмины) – вещества, блокирующие или разрушающие плазмин, а также антиактиваторы плазминогена – вещества, тормозящие активацию плазминогена.

Кроме того, в крови функционируют ***антикоагулянтные механизмы,*** поддерживающие в обычных условиях жидкое агрегатное состояние крови. Антикоагулянты – это вещества, препятствующие свертыванию крови и образованию тромба. Они бывают *первичные* (постоянно присутствующие в крови) и *вторичные* (образующиеся в процессе фибринолиза). К первичным антикоагулянтам относятся: антитромбин , антитромбопластины, плазминоген, гепарин и т.д. Ко вторичным антикоагулянтам относятся: продукты фибринолиза, метафакторы и др.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

В организме свертывающая и противосвертывающая системы находятся в определенном динамическом соотношении, при котором преобладает функциональная активность одного либо другого компонента.

В клинической практике исследуют ряд показателей для оценки гемостаза: время свертывания, протромбиновое время, концентрация фибринрогена.

Скорость свертывания крови составляет у крупного рогатого скота 5-6 минут, лошадей – 8-10 минут, свиней – 10-15 минут, кроликов – 4 минуты, кур – 1,5-2 минуты.

Ускоряют свертывание крови высокая температура, ионы Са, шероховатая поверхность. Повышается под влиянием боли, эмоций (ярости, страха), адреналина, вазопрессина, серотонина.

Замедляют скорость свертывания крови низкая температура (т. к. ферментативные факторы свертывания крови в этих условиях малоактивны), гладкая поверхность.

На скорость свертывания оказывает влияние и нервная система. Установлено, что при эмоциональных состояниях, сопровождающихся повышенным тонусом симпатической нервной системы, свертываемость крови повышается, а при понижении тонуса симпатической нервной системы – понижается.

Нарушение свертывания крови вызывает кровоточивость, иногда со смертельным исходом. Оно может быть вызвано недостатком (врожденным или приобретенным) в организме одного или нескольких факторов свертывания крови, а также нарушением физиологической регуляции жидкого состояния крови и ее свертывания. Например, при гиповитаминозе витамина К возникающие кровотечения обусловлены нарушением биосинтеза II, VII, IX и X факторов, при гемофилии – VIII и IX факторов. Подобное заболевание встречается и у собак. Описаны случаи наследственной кровоточивости свиней. Больные поросята от ничтожных ранений истекают кровью и погибают. Повышение свертывания крови с образованием тромба (что нарушает циркуляцию крови) может быть при понижении функции противосвертывающей системы крови.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

ОПЫТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРОВИ

ОПЫТ № 1 . Определение вязкости крови

Цель опыта: определить вязкость исследуемой крови.

Материалы и оборудование: кровь, дистиллированная вода, вата, спирт, пипетки на 1 мл, секундомер.

Ход работы. В пипетку набирают 1 мл дистиллированной воды и с помощью секундомера определяют время вытекания жидкости. Затем таким же способом определяют время протекания 1 мл крови. Вязкость крови определяется делением времени истечения крови на время истечения воды того же объема. Измерения повторить еще два раза и взять среднее значение.

Результаты работы.

1. Записать полученные данные по вязкости крови и указать, соответствует ли полученный результат норме.

2. Объяснить, от чего зависит вязкость крови, а также практическое значение определения вязкости крови.

ОПЫТ № 2. Влияние гипо- и гипертонической среды на резистентность эритроцитов

Цель опыта: изучить влияние гипо- и гипертонических растворов на резистентность эритроцитов.

Материалы и оборудование: микроскопы, пипетки, предметные и покровные стекла, дефибринированная кровь, 0,9 и 5% растворы NaCl, дистиллированная вода, фильтровальная бумага.

Ход работы. На предметное стекло наносят 3 капли дефибринированной крови, каждую каплю покрывают отдельным покровным стеклом. Рассматривают кровь под большим увеличением микроскопа.

Влияние изотонического раствора. Над первой каплей приподнимают покровное стекло и с помощью тонкой пипетки впускают 1-2 капли 0,9% раствора NaCl. Излишек жидкости удаляют фильтровальной бумагой. При микроскопии убеждаются, что форма эритроцитов не изменилась, т.к. при разведении физиологическим раствором Среда остается изотонической.

Влияние гипотонического раствора. Вторую каплю крови разводят таким же способом дистиллированной водой. В гипотонической среде эритроциты набухают и лопаются, а жидкость окрашивается выходящим из них гемоглобином (гемолиз).

Влияние гипертонического раствора. К третьей капле крови добавляют 5% раствора NaCl. В гипертоническом растворе эритроциты отдают в окружающую среду воду, в результате чего они сморщиваются.

Записать результаты опытов и выводы.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

ОПЫТ № 3. Определение осмотической резистентности эритроцитов (максимальной и минимальной)

Цель опыта: определить максимальную и минимальную осмотическую резистентность эритроцитов при разной степени гипотонии.

Материалы и оборудование: штатив и в каждом - по 8 пронумерованных пробирок (центрифужных), 1% раствор поваренной соли, дистиллированная вода в стаканах, 2 пипетки на 10 мл, стабилизированная кровь.

Ход работы. В каждую пробирку наливают 1% раствор NaCl в убывающем количестве. Прибавляют в пробирки дистиллированную воду и получают растворы в убывающей концентрации (таблица 1). Добавляют в каждую пробирку по 2 капли стабилизированной крови и центрифугируют 5 минут.

Таблица 1 – Протокол проведения эксперимента

Пробирка №	1% р-р NaCl	Дистиллированная вода	Концентрация	Результаты
1	4,5 $см^3$	0,5 $см^3$	0,9%	
2	4,0$см^3$	1,0$см^3$	0,8%	
3	3,5$см^3$	1,5$см^3$	0,7%	
4	3,0$см^3$	2,0$см^3$	0,6%	
5	2,5$см^3$	2,5$см^3$	0,5%	
6	2,0$см^3$	3,0$см^3$	0,4%	
7	1,5$см^3$	3,5 $см^3$	0,3%	
8	1,0$см^3$	4,0 $см^3$	0,2%	

Расставляют в штативе пробирки в порядке убывающей концентрации. По окраске разбавленного раствора и по осадку определяют границы минимальной и максимальной резистентности. Минимальная резистентность определяется по той пробирке, в которой только началось окрашивание раствора гемоглобином, вышедшим из разрушенных эритроцитов. Максимальная резистентность определяется по той пробирке, в которой произошел полный гемолиз эритроцитов.

Результаты работы: сделать вывод и записать полученные результаты по максимальной и минимальной осмотической резистентности эритроцитов.

ОПЫТ № 4. Изучение различных видов гемолиза

Цель опыта: изучить влияние различных факторов на эритроциты и убедиться в возможности развития гемолиза.

Материалы и оборудование: 5 мл стабилизированной крови, 5 пипеток на 5 мл, штатив, 5 пробирок, 0,9% раствор NaCl, дистиллированная вода, 0,1% раствор HCl, 5% раствор аммиака, спирт, вата, пипетка, стаканчик с горячей водой.

Ход работы. В штатив ставят пронумерованные пробирки и наливают в них:

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

1) 3 мл 0,9% раствора NaCl;
2) 3 мл дистиллированной воды;
3) 3 мл 0,1% раствора HCl;
4) 3 мл 5% раствора аммиака;
5) 1 мл стабилизированной крови.

В пробирки № 1,2,3,4 добавляют по две капли крови и смешивают содержимое, результат читают через 30 минут.

Пробирку № 5 помещают на 30 минут в морозильную камеру. По истечении времени пробирку вынимают и быстро оттаивают в стакане с горячей водой.

Рассматривая содержимое всех пяти пробирок, сравнивают результаты. При наличии гемолиза над осевшими эритроцитами появляется розовое окрашивание.

Результаты работы: сделать выводы о наличии или отсутствии гемолиза в каждой пробирке. Описать механизм гемолиза в каждом случае.

ОПЫТ № 5. Определение щелочного резерва крови

Цель опыта: отработать методику определения щелочного резерва крови.

Материалы и оборудование: сыворотка крови, бюретки, стаканы, глазные и мерные пипетки, 0,1 н раствор соляной кислоты, индикатор – 0,1% метилоранж, дистиллированная вода, вата, марля.

Ход работы. Определение щелочного резерва проводится в двух параллельных пробах. В первый стакан (контрольная проба) наливают 10 мл дистиллированной воды, а во второй – 10 мл дистиллированной воды и 1 мл исследуемой сыворотки крови. В каждую пробу вносят по 2 капли индикатора метилоранжа и титруют их, начиная с воды, 0,1 н раствором соляной кислоты до появления бледно-красного цвета. Учитывают расход раствора в *мл* и определяют, насколько больше необходимо прибавить соляной кислоты к сыворотке по сравнению с водой, чтобы реакция ее стала кислой.

Результаты работы: сделать вывод по щелочному резерву крови и сравнить его с нормой.

ОПЫТ № 6. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)

Цель опыта: отработать методику и научиться определять скорость оседания эритроцитов.

Материал и оборудование: кролик, аппарат Панченкова, игла для взятия крови, вата, спирт, ножницы, 5% раствор натрия цитрата.

Ход работы: одну из пипеток аппарата Панченкова промывают 5% раствором лимоннокислого натрия. Затем набирают в нее этого же раствора до метки Р и выпускают на часовое стекло. Набирают дважды в пипетку крови до отметки К и каждый раз выдувают ее в натрия цитрат на часовое стекло и тщательно перемешивают. Наполняют этой кровью пипетку до отметки К и укрепляют строго вертикально в штативе.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Результаты работы: через час проверяют и записывают результат оседания. Записать выводы.

ОПЫТ № 7. Определение скорости свертывания крови. Влияние температуры окружающей среды на скорость свертывания крови

Цель опыта: отработать методику и научиться определять скорость свертывания крови.

Материалы и оборудование: обезжиренные предметные стекла, глазные пипетки, секундомер, чашка Петри с водой 40^0 С, чашка Петри со льдом, кровь.

Ход работы. У животного взять кровь, поместить по 2 капли крови на 3 предметных стекла и засечь время взятия крови. Одно стекло поместить на чашку Петри с горячей водой, другое – на чашку Петри со льдом, на третьем определяется скорость свертывания при комнатной температуре. Через каждую минуту наклонять стекло с кровью и повторять до тех пор, пока она не свернется, и не будет скатываться по стеклу в виде жидкой капли. Время от нанесения крови на стекло и до ее свертывания будет соответствовать времени свертывания, которое выражается в минутах.

Скорость свертывания можно также определить путем растягивания капли крови по стелу иглой. При этом нити фибрина будут тянуться за ней. Время, за которое образуется сгусток крови от момента нанесения на стекло, будет временем свертывания.

Результаты и их оформление: записать результаты в тетрадь и сделать выводы о влиянии температуры окружающей среды на скорость свертывания крови.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ
«Физико-химические свойства крови»

1. Кровь как внутренняя среда организма.
2. Понятие о системе крови, ее состав.
3. Функции крови.
4. Состав крови.
5. Гематокрит.
6. Антикоагулянты.
7. Получение плазмы.
8. Получение сыворотки.
9. Дефибринированная кровь.
10. Плазма крови, ее состав.
11. Белки плазмы крови.
12. Белковый коэффициент.
13. Значение белков плазмы крови.
14. Количество крови.
15. Понятие гиперволемии и гиповолемия.
16. Депо крови.
17. Вязкость крови, ее изменение.
18. Относительная плотность крови, ее изменение.
19. Осмотическое давление крови, его регуляция.
20. Изотонический раствор.
21. Гипертонический раствор. Понятие плазмолиз.
22. Гипотонический раствор. Осмотический гемолиз.
23. Осмотическая резистентность эритроцитов максимальная и минимальная.
24. Онкотическое давление крови.
25. Реакция крови.
26. Буферные системы, щелочной резерв.
27. Понятие ацидоз, алкалоз, виды.
28. СОЭ, его механизм.
29. Когда, как и почему изменяется СОЭ.
30. Понятие о гемолизе.
31. Виды гемолиза.
32. Механизм гемолиза.
33. Понятие гемостаз и гемокоагуляция.
34. Фазы гемокоагуляции.
35. Понятие фибринолиза. Фибринолитическая система крови.
36. Какие факторы и как влияют на скорость свертывания крови?
37. Что происходит с эритроцитами в 0,09% растворе NaCl; 0,85% растворе NaCl; 5% растворе NaCl и почему?

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Список литературы

1. Большой практикум по физиологии человека и животных : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра и магистра «Биология» и биологическим специальностям : в 2 т. / А. Д. Ноздрачев [и др.] ; ред. А. Д. Ноздрачев. – Москва : Академия, 2007. – Т. 1. Физиология нервной, мышечной и сенсорных систем. – 599 с.
2. Большой практикум по физиологии человека и животных : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра и магистра «Биология» и биологическим специальностям : в 2 т. / А. Д. Ноздрачев [и др.] ; ред. А. Д. Ноздрачев. – Москва : Академия, 2007. – Т. 2. Физиология висцеральных систем. – 541 с.
3. Георгиевский, В. И. Физиология сельскохозяйственных животных : учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Зоотехния» / В. И. Георгиевский. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 511 с.
4. Зинчук, В. В. Нормальная физиология : учебное пособие : в 2 ч. / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик ; под ред. В. В. Зинчука. – Минск : Новое знание, 2014. – Ч. 1. – 320 с.
5. Костин, А. П. Физиология сельскохозяйственных животных : учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности «Зоотехния» / А. П. Костин, Ф. А. Мещеряков, А. А. Сысоев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1983. – 479 с.
6. Нормальная физиология : курс физиологии функциональных систем / под ред. К. В. Судакова. – Москва : Медицинское информационное агентство, 1999. – 718 с.
7. Основы физиологии сельскохозяйственных животных : учебное пособие для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина» и «Зоотехния» / Н. С. Мотузко [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : [б. и.], 2004. – 125 с.
8. Справочник клинико-биологических показателей животных / Н. С. Мотузко [и др.]. – Горки : Курсы по повышению квалификации и переподготовке кадров Могилевского облсельхозпрода, 2001. – 72 с.
9. Физиология животных и этология : учебное пособие для студентов вузов по специальности «Зоотехния», «Ветеринария» / В. Г. Скопичев [и др.]. – Москва : КолосС, 2004. – 720 с.
10. Физиология крови и кровообращения : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Зоотехния» и «Ветеринария» / С. Ю. Завалишина [и др.] ; ред. И. Н. Медведев. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015. – 175 с.
11. Физиология сельскохозяйственных животных : методические указания к лабораторным работам для студентов зооинженерного и ветеринарного факультетов : Разд. 1. Кровь; Разд. 2. Сердечно-сосудистая система; Разд. 3. Дыхание / Белорусская сельскохозяйственная академия, Кафедра физиологии, биотехнологии и ветеринарии, Витебская государственная академия ветеринарной медицины, Кафедра нормальной и патологической физиологии ;

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

сост. П. Н. Котуранов [и др.]. – Горки : БСХА, 1991. – 90 с.
12. Физиология сельскохозяйственных животных : учебник для студентов вузов по специальности «Ветеринария» / А. Н. Голиков [и др.] ; ред. А. Н. Голиков. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 432 с.
13. Физиология сельскохозяйственных животных : учебное пособие для студентов вузов по специальностям «Ветеринарная медицина» и «Зоотехния» / Ю. И. Никитин [и др.] ; ред. Ю. И. Никитин. – Минск : Техноперспектива, 2006. – 463 с.
14. Чукичев, И. П. Физиология человека : учебник для студентов фармацевтических институтов (факультетов) / И. П. Чукичев. – Москва : Медгиз, 1961. – 398 с.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зооинженеров.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 4 факультета: ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса; международных связей, профориентации и довузовской подготовки. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМ и Б).

В настоящее время в академии обучается более 4 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивают около 330 преподавателей. Среди них 170 кандидатов, 27 докторов наук, 135 доцентов и 22 профессора.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе Научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии. В его состав входит 2 отдела: научно-исследовательских экспертиз (с лабораторией биотехнологии и лабораторией контроля качества кормов); научно-консультативный.

Располагая современной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала и ветеринарных препаратов, кормов и кормовых добавок, что позволяет с помощью самых современных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации. Для проведения данных исследований отдел научно-исследовательских экспертиз аккредитован в Национальной системе аккредитации в соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО/МЭК 17025.

Обладая большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2015).

www.vsavm.by

210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212) 51-68-38, тел. 53-80-61 (факультет довузовской подготовки, профориентации и маркетинга); 51-69-47 (НИИ ПВМ и Б); E-mail: vsavmpriem@mail.ru.

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Учебное издание

Вишневец Жанна Васильевна,
Кудрявцева Елена Николаевна,
Ковзов Владимир Владимирович и др.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Е. Н. Кудрявцева
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор Ж. В. Вишневец
Компьютерная верстка Е. А. Алисейко
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 30.05.2019. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. п. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,34. Тираж 110 экз. Заказ 1925.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 51-75-71.
E-mail: rio_vsavm@tut.by
http://www.vsavm.by

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ