

Кафедра нормальной физиологии
Белорусского государственного медицинского университета
Дисциплина «Физиология с основами анатомии человека»

Лекция № 11. ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ КРОВИ.



Вопрос № 1. Морфофизиологическая

характеристика внешних и внутренних барьеров.

Представление о гистогематических барьерах, механизмах транспорта веществ через них и регуляции их проницаемости.

Барьеры – это совокупность морфологических структур, физиологических и физико-химических механизмов, функционирующих как единое целое и регулирующих потоки веществ и энергии между организмом и внешней средой (внешние барьеры), а также **внутри организма (внутренние барьеры) между органами и между кровью и органами (гистогематические барьеры).**

Примеры внешних барьеров в организме:

- кожа
- слизистые оболочки: пищеварительного тракта, дыхательных путей и лёгких, мочевыводящих

Например: особенности строения эпидермиса как внешнего барьера:

- многослойность (4 – 5 слоев клеток)
- кератинизация – синтез специальных белков, устойчивых к механическим и химическим воздействиям, и образование роговых пластинок из клеток.
- десквамация роговых пластинок и постоянное обновление клеток эпидермиса с периодом в 40 суток.

Особенности строения слизистой тонкого кишечника как внешнего барьера:

- однослойность и однорядность эпителия, что обеспечивает большую скорость регенерации слизистой и облегчает всасывание веществ
- наличие щеточной каемки из микроворсинок увеличивает площадь всасывания веществ в 30 – 40 раз
- наличие межклеточных соединений сцепляющего и запирающего типа предотвращающие всасывание бактерий и непереваренных веществ

Представление о гистогематических барьерах, механизмах транспорта веществ через них и регуляции их проницаемости.

- Основные структурные компоненты ГГБ:**
- эндотелий капилляров
- базальная мембрана с перицитами
- адвентициальные клетки органов и тканей

Типы гистогематических барьеров (капилляров) в зависимости от их структурно-функциональных особенностей:

- непрерывные или соматические (ГЭБ)
- висцеральные, или фенестрированные (в почках)

- **Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) - это совокупность морфологических структур, физиологических и физико-химических механизмов, функционирующих как единое целое и регулирующих потоки веществ между кровью и тканью мозга.**
- **Основные структурные компоненты гематоэнцефалического барьера:**
 - эндотелий капилляров
 - базальная мембрана с перицитами
 - глиоциты головного и спинного мозга

Вопрос № 2. Жидкие среды организма: виды (внутри- и внеклеточная /сосудистая, интерстициальная, трансцеллюлярная жидкость); электролитный состав. Обмен воды в организме

- Внутренняя среда организма – это кровь, лимфа, ликвор и тканевая жидкость, которые обеспечивают стабильность условий жизнедеятельности для клеточных и тканевых структур организма.

Примеры трансцеллюлярной жидкости:

- ликвор
- слюна
- пот

Примеры сосудистой жидкости:

- лимфа
- кровь

Примеры интерстициальной внеклеточной жидкости:

- межклеточная

Баланс воды в организме взрослого здорового человека массой 70 кг в стандартных условиях составляет:

- 2-3 л\сутки

Соответствие потери воды состоянию организма:

- **2% - без изменения**
- **10% - обезвоживание**
- **20% - гибель**

Соответствие между видом жидкости и ее содержанием в организме:

- **внеклеточная жидкость - 27%**
- **внутриклеточная жидкость - 33%**

общее содержание воды (жидкости) в организме – **60 % у мужчин; 50 % у женщин; 85 – 95 % у младенцев.**

Соответствие вида внеклеточной жидкости и ее содержанием в организме

- сосудистая внеклеточная жидкость - 5-7%
- интерстициальная внеклеточная жидкость -14-21%
- трансцеллюлярная внеклеточная жидкость - 1-3%

Вещества, которые вносят наибольший вклад в электролитный состав внеклеточной (интерстициальной и сосудистой) жидкости:

- ионы Cl^-
- ионы Na^+

Вещество, которое вносит наибольший вклад в электролитный состав внутриклеточной жидкости:

- ионы K^+

Вещества в порядке уменьшения вклада в электролитный состав внутриклеточной жидкости: (от большего к меньшему):

- 1 ионы K^+
- 2 фосфат-ионы
- 3 ионы Na^+
- 4 ионы Ca^{2+}

Вещества в порядке уменьшения вклада в электролитный состав внеклеточной жидкости: (от большего к меньшему):

- 1 ионы Na^+
- 2 ионы Cl^-
- 3 ионы K^+
- 4 ионы Ca^{2+}

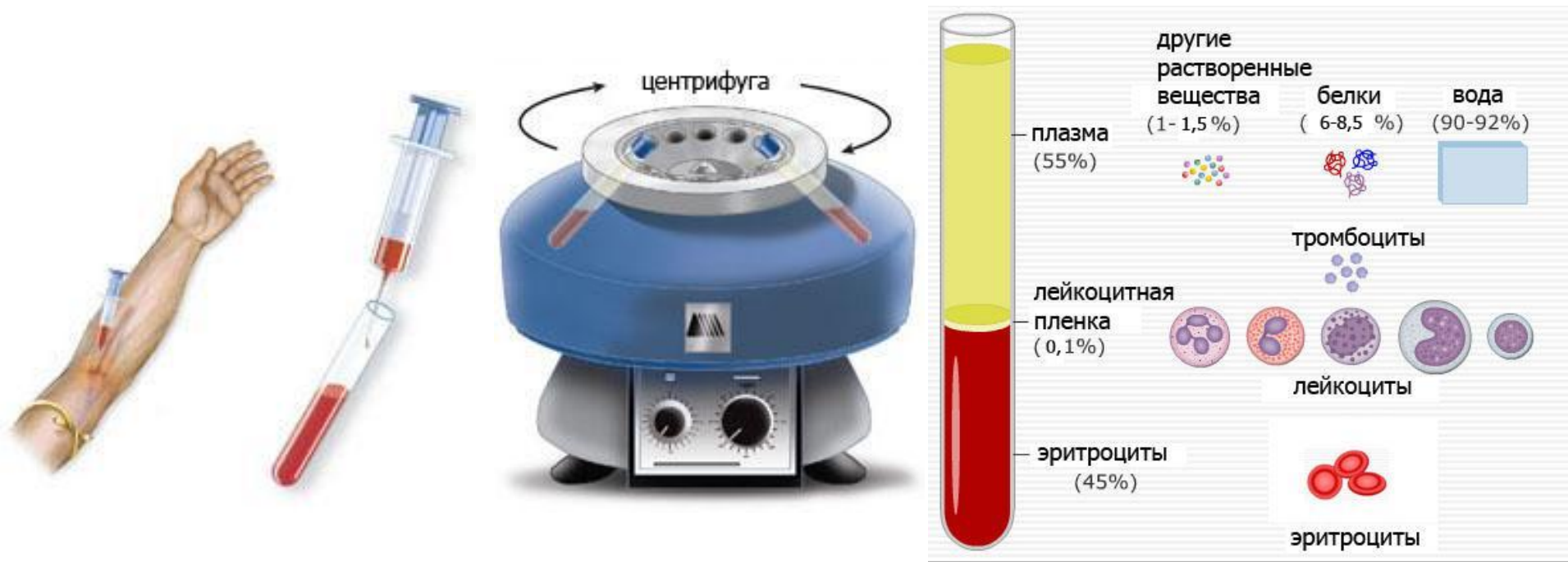
Обмен воды в организме (за сутки, в стандартных условиях).

Поступление H₂O	Выделение H₂O
С пищей 1200 мл	С мочой 1500 мл
С питьем 1000 мл	С воздухом 400 мл
При метаболизме 300 мл	С потом 500 мл
<u>Итого 2500 мл</u>	При дефекации 100 мл
	<u>Итого 2500 мл</u>

Вопрос № 3. Кровь. Общие физико-химические свойства крови: количество, состав и функции.

- Кровь – соединительная ткань.
- Общие признаки соединительных тканей :
 - 1 – развитие в эмбриональной периоде из мезенхимы;
 - 2 – высокое содержание межклеточного вещества (плазмы больше чем ФЭ).
- Кровь циркулирует в сосудах благодаря ритмическим сокращениям сердца, и может выполнять свои функции находясь в жидком агрегатном состоянии.
- Кровь представляет собой часть сложной функциональной системы , в которую помимо крови входят органы:
 - 1 – кроветворения и кроверазрушения;
 - 2 – участвующие в синтезе содержащихся в крови белков ;
 - 3 – отвечающие за водно-электролитный обмен;
 - 4 – осуществляющие нервную и гуморальную регуляцию качественного и количественного состава крови.

Кровь – это непрозрачная красная жидкость, состоящая из
двух частей: - **бледно-жёлтой плазмы (у м – 51-60%; у ж – 58-64%);**
 - **взвешенных в ней форменных элементов (Э; Тр; Л).**



1 – забор венозной крови; 2 – помещение пробирки **3 – состав**
крови

с кровью в центрифугу на 10 минут

Гематокрит – показатель, оценивающий долю форменных элементов (преимущественно эритроцитов, RBC) в общем объеме цельной крови.

Величина гематокрита в стандартных условиях составляет: у здоровых мужчин - 0,40 – 0,49

у здоровых женщин - 0,36 – 0,42

Повышение гематокритного числа чаще всего отражает обезвоживание организма, а снижение – уменьшение содержания эритроцитов в крови (анемию)

Величина гематокрита у здорового человека определяется, прежде всего.

- **Масса крови** в организме взрослого, здорового человека ¹⁹⁰² в % от массы тела составляет **6 – 8%**
- **Объем крови** в организме взрослого, здорового человека с массой тела 70 кг составляет **4,2 – 5,6 л**
- **Повышение общего объема крови называют *гиперволемией*, уменьшение – *гиповолемией*, (*volum* – объем).**
- **Относительная плотность (ОП) крови – 1,050 – 1.060 кг/л** зависит в основном от количества эритроцитов.
- **ОП плазмы крови – 1,025 – 1,034 кг/л**, определяется концентрацией белков. (**ОП вещества – это отношение плотности исследуемого вещества к плотности эталонного вещества. (вода)**)
- **Вязкость крови – 5 усл.ед., плазмы – 1,7 – 2,2 усл.ед.,** если вязкость воды принять за 1. Она обусловлена наличием в крови эритроцитов и в меньшей степени белков плазмы. (Вязкость - это свойство жидкости, определяющее ее текучесть и чем выше вязкость - тем гуще жидкость), св-во жидкостей оказывать сопротивление необратимому

Основные функции крови

- 1. Транспортная** – перенос различных веществ, включает ряд разновидностей:
 - **Дыхательная** – перенос кислорода от легких к тканям организма, углекислого газа – от клеток к легким, как в растворенном, так и в химически связанном состоянии.
 - **Трофическая** – перенос основных питательных веществ от органов пищеварения (мест их всасывания и накопления) к тканям организма.
 - **Экскреторная** - транспорт конечных продуктов обмена веществ (мочевины, мочевой кислоты, CO_2), избытка воды, органических и минеральных веществ к органам их выделения (почки, потовые железы, легкие, кишечник).
 - **Регуляторная (гуморальная)** – доставка гормонов, пептидов, факторов роста, ионов и других физиологически активных веществ от мест их синтеза к клеткам организма, что позволяет осуществлять регуляцию многих физиологических функций.
 - **Терморегуляторная** – перенос тепла от более нагретых органов к менее нагретым.
- 2. Защитная** – осуществление неспецифического и специфического иммунитета; свертывание крови предохраняет от кровопотери при травмах.
- 3. Гомеостатическая** – поддержание постоянства внутренней среды организма (кислотно-основного и осмотического равновесия, водно-электролитного баланса и биохимического состава тканевой жидкостей, температуры тела).

Вопрос № 4. Плазма: физико-химический состав и функции. Минеральные вещества плазмы: макро- и микроэлементы.

- Плазма – это жидкая часть крови, остающаяся после удаления из неё форменных элементов.

Объем плазмы от всей крови в стандартных условиях составляют:

- у мужчин 51 – 60 %
- у женщин 58-64 %

Функции плазмы крови:

- транспорт растворенных в ней питательных веществ
- создают межклеточную среду для клеток крови
- транспорт гормонов и витаминов
- перераспределение тепла в организме

В состав плазмы крови входят вода (90 – 92%) и сухой остаток (8 – 10%).

Сухой остаток состоит из органических и неорганических веществ.

Минеральные вещества макроэлементы

плазмы крови: катионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
анионы: Cl^- , HPO_4^{2-} , HCO_3^-

Минеральные вещества микроэлементы

плазмы крови: катионы: Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Se^{2+} , Zn^{2+}
анионы: I^- , F^-

Функции минеральных веществ плазмы крови:

основной вклад в создание осмотического давления

создание pH и его поддержание

участие в процессах свертывания крови

Вопрос № 5. Виды и функции белков плазмы

- К органическим веществам плазмы крови относятся белки (более 200 видов), которые составляют 6 – 8,5%.
- Белки представлены **альбуминами (4,5%)**, **глобулинами (2 – 3,5%)** и фибриногеном (0,2 – 0,4%).

Главный орган синтеза (95 %) белков крови – это печень

- *Белки плазмы* крови выполняют разнообразные функции: 1) коллоидно-осмотический и водный гомеостаз; 2) **обеспечение агрегатного состояния крови**; 3) кислотно-основной гомеостаз; 4) **иммунный гомеостаз**; 5) **транспортная функция**; 6) питательная функция; 7) участие в свертывании крови.

- **Альбумины** составляют около 60% всех белков плазмы. Благодаря относительно небольшой молекулярной массе (70000) и высокой концентрации альбумины создают 80% онкотического давления. Альбумины осуществляют питательную функцию, являются резервом аминокислот для синтеза белков. Их транспортная функция заключается в переносе холестерина, жирных кислот, билирубина, солей желчных кислот, солей тяжелых металлов, лекарственных препаратов (антибиотиков, сульфаниламидов). Альбумины синтезируются в печени.
- **Глобулины** подразделяются на несколько фракций: α -, β - и γ -глобулины.
- α -глобулины включают гликопротеины, т.е. белки, простетической группой которых являются углеводы. Эта группа белков транспортирует гормоны, витамины, микроэлементы, липиды (в форме липопротеинов). К α -глобулинам относятся эритропоэтин, плазминоген, протромбин.
- β -Глобулины участвуют в транспорте фосфолипидов, холестерина, стероидных гормонов, катионов металлов. К этой фракции относится белок трансферрин, обеспечивающий транспорт железа, а также многие факторы свертывания крови.
- γ -Глобулины включают в себя различные антитела или иммуноглобулины 5 классов: Jg A, Jg G, Jg M, Jg D и Jg E, защищающие организм от вирусов и бактерий. К γ -глобулинам относятся также α и β – агглютинины крови, определяющие ее групповую принадлежность.
- Глобулины образуются в печени, костном мозге, селезенке, лимфатических узлах.
- **Фибриноген** – первый фактор свертывания крови. Под воздействием тромбина переходит в нерастворимую форму – фибрин, обеспечивая образование сгустка крови. Фибриноген образуется в печени.
- **Компоненты комплемента** – участвуют в неспецифических защитных реакциях

- Белки и липопротеиды способны связывать поступающие в кровь лекарственные вещества. В связанном состоянии лекарства неактивны и образуют как бы депо. При уменьшении концентрации лекарственного препарата в сыворотке он отщепляется от белков и становится активным. Это надо иметь в виду, когда на фоне введения одних лекарственных веществ назначаются другие фармакологические средства. Введенные новые лекарственные вещества могут вытеснить из связанного состояния с белками ранее принятые лекарства, что приведет к повышению концентрации их активной формы.
- В плазме постоянно присутствуют все витамины, микроэлементы, промежуточные продукты метаболизма (молочная и пировиноградная кислоты).

19.5 Функциональное значение ферментов плазмы: протромбина, пламина, ренина.

- Протромбин – (от лат. pro — раньше, перед, и тромбин), белок плазмы крови человека, важнейший компонент системы свёртывания крови, **профермент, 2-й фактор свертывания крови**

По химической природе П. — гликопротеид, предшественник фермента тромбина, стимулирующего формирование тромба.

В организме активация П. в тромбин осуществляется протромбиназой.

Биосинтез П. протекает в клетках печени и регулируется витамином К, образуемым кишечной флорой. При его недостатке уровень П. в крови падает (в норме около 10 мг%), что может приводить к кровотечениям и другим болезням. В медицинской практике для характеристики системы свёртывания крови больного определяют уровень П. — т. н. протромбиновый индекс.

- Пламин (или фибринолизин) – активный фермент, расщепляющий нити фибрина

Основная функция пламина – расщеплять фибрин и поддерживать сосуды в открытом состоянии.

- Ренин - (от лат. *ren* — почка), **фермент, отщепляющий от ангиотензиногена ангиотензин 1**, компонент ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС), регулирующей кровяное давление. Вырабатывается в ЮГА почки. Ферменты, подобные ренину, найдены в матке, плаценте, слюнных железах, в мозге и в стенках некоторых крупных артерий.

Вопрос № 6. Низкомолекулярные азотистые соединения (остаточный азот). Продукты распада гемоглобина (билирубин и др.). Безазотистые органические соединения: углеводы, липиды, органические кислоты.

- К органическим веществам плазмы крови относятся также небелковые **азотсодержащие** соединения (аминокислоты, полипептиды, мочевины, мочевая кислота, креатинин, аммиак).

Общее количество небелкового азота в плазме, так называемого *остаточного азота*, составляет 11 – 15 ммоль/л (30 – 40 мг%). Содержание остаточного азота в крови резко возрастает при нарушении функции почек.

В плазме крови содержатся также безазотистые органические вещества:

- Глюкоза (в капиллярной крови 3,33-5,55 ммоль/литр), (в венозной крови 4,44-6,67 ммоль/литр), (порог выведения для глюкозы 10 ммоль /литр)
- Нейтральные жиры, липиды, ферменты, расщепляющие гликоген, жиры и белки, проферменты и ферменты, участвующие в процессах свертывания крови и фибринолиза (от греч. lysis – разложение, растворение), растворение внутрисосудистых тромбов и внесосудистых отложений фибрина под действием фермента пламина).

Функции органических веществ плазмы крови

- создание онкотического давления
- участие в процессах свертывания крови
- транспортная
- Защитная
- Питательная

Принципы составления плазмозамещающих растворов.

Общие требования к плазмозамещающим растворам:

- стерильность, нетоксичность, **апирогенность**
- близость по физико-химическим свойствам к показателям плазмы крови
- неанафилактогенность

Термин «**пироген**» происходит от греческого “pyreto” – лихорадка. **Пирогенами** называют вещества, способные вызывать повышение температуры тела.

Примеры плазмозамещающих растворов и их краткая характеристика.

1. Гемодинамические, или противошоковые плазмозамещающие растворы и их краткая характеристика:

- предназначены для поддержания давления крови на должном уровне
- стойко поддерживают онкотическое давление
- препараты этой группы являются высокомолекулярными соединениями

2. Дезинтоксикационные плазмозамещающие растворы и их краткая характеристика:

- предназначены для лечения интоксикаций различного происхождения
- активное взаимодействие с токсинами
- препараты этой группы являются низкомолекулярными соединениями

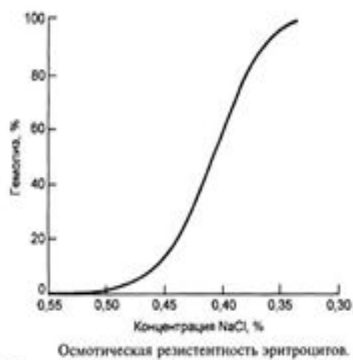
3. Питательные плазмозамещающие растворы и их краткая характеристика:

- предназначены для обеспечения энергетических ресурсов организма
- представлены разными органическими соединениями, азотистыми, углеводными, жировыми.

Гипо-, гипер- и изотонический растворы. Гемолиз и его виды.

Осмотическая устойчивость эритроцитов. Гемолиз.

Работа 19.5



По графику определили:
минимальную осмотическую устойчивость эритроцитов: = 0,46-0,48 % NaCl
максимальную осмотическую устойчивость эритроцитов: = 0,32-0,34 % NaCl

Определение понятий:

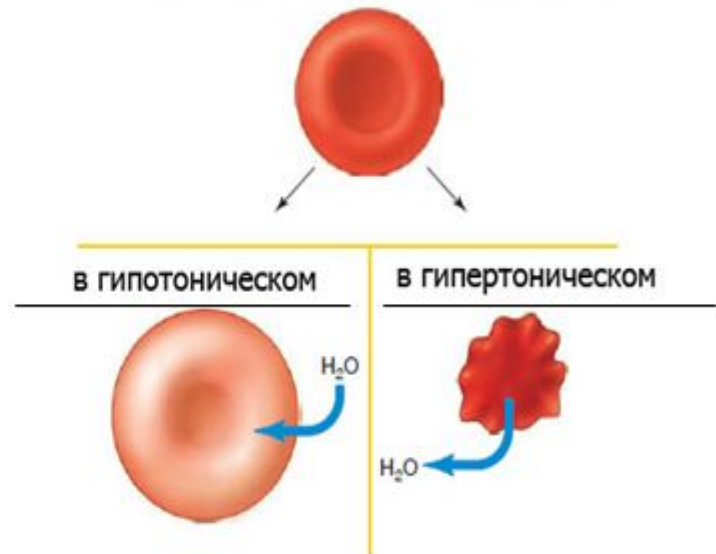
минимальная осмотическая устойчивость эритроцитов: определяется той наибольшей концентрацией раствора хлористого натрия, при которой разрушаются самые неустойчивые к растяжению (набуханию) эритроциты, что приводит к частичному гемолизу

максимальная осмотическая устойчивость эритроцитов: определяется той наибольшей концентрацией раствора хлористого натрия, при которой разрушаются все эритроциты – полный гемолиз, (кровь в пробирке имеет прозрачный красный цвет – “лаковая кровь”.

На рисунке 19.1 укажите в каком из растворов (гипо- или гипертоническом) находится эритроцит

Рисунок 19.1

эритроцит в изотоническом растворе



Изотонический раствор – это (греч. iso-равный + tonos напряжение) раствор, осмотическое давление которого равно осмотическому давлению плазмы крови (напр., 0,9% водный раствор хлорида натрия, 4,5-5% водный раствор глюкозы)

Гипотонический раствор – это (греч. hypo-под, внизу + tonos напряжение) - растворы, осмотическое давление к-рых ниже осмотического давления плазмы крови, примеры: дистиллированная вода.

Гипертонический раствор – это (греч. hyper- над, сверх.) + tonos напряжение) раствор, осмотическое давление которого выше нормального осмотического давления плазмы крови, в медицине применяются 3-10% водные растворы хлорида натрия, 10-40% водные растворы глюкозы

Гемолиз и его виды.

- Гемолиз – это разрушение мембран эритроцитов с выходом гемоглобина и других компонентов в окружающую среду

Соответствие между раствором и видом изменения состояния эритроцитов в нем:

- Уксусная кислота - Химический гемолиз
- Дистиллированная вода - Осмотический гемолиз
- 0,6% раствор NaCl - Набухание
- 3% раствор NaCl – Сморщивание
- Соляная кислота - Химический гемолиз
- 0,9% раствор NaCl, t 90°C - Термический гемолиз
- 0,3% раствор NaCl - Осмотический гемолиз
- 0,9% раствор NaCl - Без изменений
- 0,9% раствор NaCl + нашатырный спирт -Химический гемолиз
- 0,1% раствор NaCl - Осмотический гемолиз

Осмотическое давления плазмы крови: роль; физиологические значения, механизмы поддержания.

- Осмотическое давления плазмы крови – это давление, возникающее на границе раздела растворов солей или других соединений различной концентрации.
- сила, с которой растворитель переходит через полупроницаемую мембрану из менее в более концентрированный раствор. Осмотическое давление крови вычисляют криоскопическим методом путем определения *точки заморзания крови (депрессии)*, которая для нее равна 0,56 – 0,58 С. Осмотическое давление крови в среднем составляет 7,6 атм.
- Величина осмотического давления крови (280) – (300) Мосмоль/кг
- Осмотическое давление определяет распределение воды между тканями и клетками.

Два вещества, которые вносят наибольший вклад (85%) в создание осмотического давления плазмы крови:

- ионы Na^+
- ионы Cl^-

Вещества в порядке уменьшения вклада в величину осмотического давления плазмы крови (от большего к меньшему):

- 1 ионы Na^+
- 2 ионы Cl^-
- 3 глюкоза
- 4 белки

При снижении осмотического давления плазмы крови наблюдается:

- Клеточный отек

При повышении осмотического давления плазмы крови наблюдается:

- Клеточная дегидратация

При нормальном осмотическом давлении плазмы крови наблюдается:

- Равновесие водного обмена между внутриклеточным и внеклеточным пространствами

Онкотическое давления плазмы крови: роль, физиологические значения, механизмы поддержания.

- Онкотическое давления плазмы крови - это часть осмотического давления крови, создаваемая белками плазмы.
- Ведущую роль (80 %) в создание онкотического давления вносят белки альбумины.
- Величина онкотического давления крови составляет (25) – (30) мм рт. ст., 0,03 – 0,04 атм

При нормальном онкотическом давлении плазмы крови наблюдается:

- Равновесие **фильтрации** и **реабсорбции**

При снижении онкотического давления плазмы крови наблюдается:

- Интерстициальный отек

При повышении онкотического давления плазмы крови наблюдается:

- Переход жидкости из интерстиция в сосуды

Кислотно-основное равновесие.

Активная реакция (рН) крови, ее физиологическое значение.

- **Кислотно-основное состояние крови (КОС).** Активная реакция крови обусловлена соотношением водородных и гидроксильных ионов. Для определения активной реакции крови используют водородный показатель рН – концентрацию водородных ионов, которая выражается отрицательным десятичным логарифмом молярной концентрации ионов водорода.
- В норме рН – 7,36 (реакция слабоосновная);
- артериальной крови – 7,4;
- венозной – 7,35.
- При различных физиологических состояниях рН крови может кратковременно изменяться от 7,3 до 7,5.
- Активная реакция крови является жесткой константой, обеспечивающей ферментативную деятельность. Крайние пределы кратковременных изменений рН крови, совместимых с жизнью, равны 7,0 – 7,8.
- Сдвиг реакции в кислую сторону называется *ацидозом*, который обуславливается увеличением в крови водородных ионов.
- Сдвиг реакции крови в щелочную сторону называется *алкалозом*. Это связано с увеличением концентрации гидроксильных ионов ОН и уменьшением концентрации водородных ионов.

- В клетках тканей постоянно образуются кислые продукты. Накоплению кислых соединений способствует потребление белковой пищи.
- При усиленном потреблении растительной пищи в кровь поступают основания.
- Поддержание постоянства рН крови обеспечивается буферными системами крови.
- К буферным системам крови относятся гемоглобиновая, гидрокарбонатная, фосфатная и белковая.
- Поддержание рН осуществляется также с помощью легких и почек. Через легкие удаляется избыток углекислоты.

Регуляция pH крови: физико-химические и физиологические механизмы.

Два главных буфера крови:

- гемоглобиновый
- гидрокарбонатный

Главный буфер плазмы крови:

- Гидрокарбонатный

Характеристика механизмов мгновенной регуляции pH крови:

- представлены буферными системами плазмы крови и эритроцитов
- их действие ограничено величиной буферной емкости
- относятся к группе физико-химическим механизмов

Характеристика механизмов быстрой регуляции pH крови:

- для начала их реализации требуется время от 3 до 12 минут
- обеспечивают удаление CO_2 из крови через легкие и поддержание емкости гидрокарбонатного буфера
- данные механизмы не состоятельны при наличии избытка оснований в крови

Характеристика механизмов медленной регуляции pH крови:

- для полной их реализации требуется время от часов до суток
- обеспечивают полное восстановление сдвигов pH крови при избытке как кислот, так и оснований
- осуществляются с участием почек и печени

Соответствие названия механизму регуляции pH крови:

- мгновенная регуляция - обеспечивается работой буферных систем крови
- быстрая регуляция - обеспечивается работой легких
- медленная регуляция - обеспечивается работой почек и печени

Соответствие названия механизма регуляции pH крови его сущности:

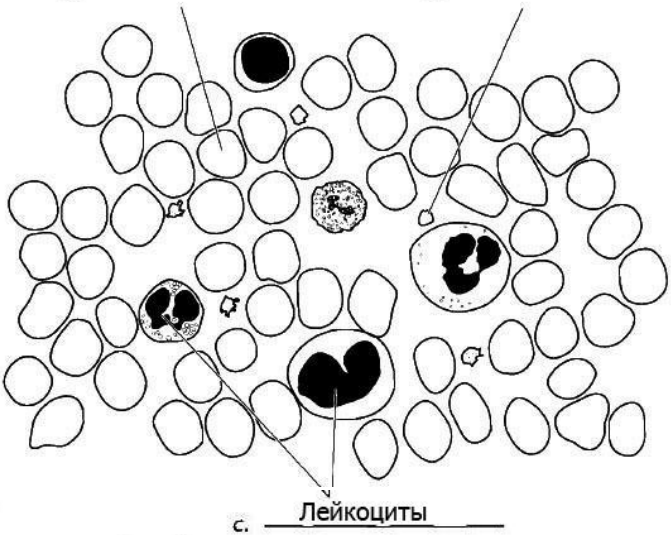
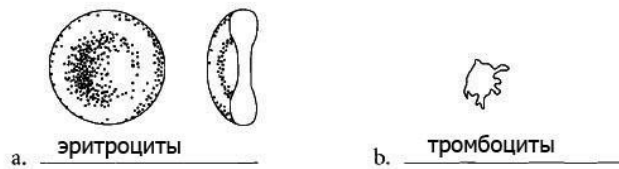
- мгновенная регуляция - обеспечивается работой буферных систем крови
- быстрая регуляция - заключается в удалении CO_2 из крови через легкие
- медленная регуляция - осуществляется за счет способности почек экскретировать кислую или щелочную мочу

Соответствие между названием механизма регуляции pH крови и его характеристикой:

- мгновенная регуляция - ограничена емкостью буферных систем крови
- быстрая регуляция - обеспечивает восстановление сдвигов pH только частично, не эффективна при наличии избытка оснований в организме
- медленная регуляция - обеспечивают полное восстановление сдвигов pH в организме при избытке как кислот, так и оснований

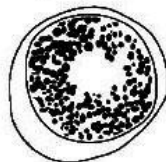
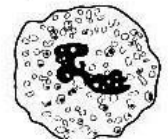
Функциональная система, поддерживающая оптимальный для метаболизма рН крови.

Форменные элементы крови.



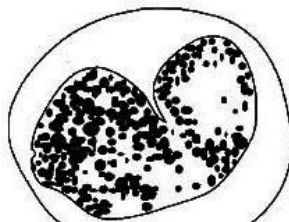
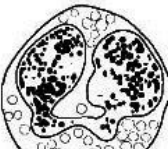
Гранулярные

Агранулярные



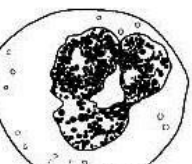
Базофил

Лимфоцит



Эозинофил

Моноцит



- К форменным элементам крови относятся эритроциты, лейкоциты и тромбоциты.
- Форменные элементы крови человека в мазке.

Эритроциты: количество, строение, функции.

- В норме в крови
- у мужчин - $(3,9-5,1) \times 10^{12}/л$,
- у женщин – $(3,7-4,9) \times 10^{12}/л$,
- Повышение количества эритроцитов в крови выше верхней границы нормы называется эритроцитозом, уменьшение ниже нижней границы нормы – эритропенией.
- Как эритроцитозы, так и эритропении бывают ложными в случаях сгущения или разжижения крови и истинными.
- При анемии может быть снижено или число эритроцитов, или содержание в них гемоглобина, или и то и другое.
- Эритроциты человека лишены ядра и состоят из стромы, заполненной гемоглобином, и белково-липидной оболочки. Эритроциты имеют преимущественно форму двояковогнутого диска диаметром 7,5 мкм, толщиной на периферии 2,5 мкм, в центре – 1,5 мкм.
- Эритроциты такой формы называются нормоцитами. Особая форма эритроцитов приводит к увеличению диффузионной поверхности, что способствует лучшему выполнению основной функции эритроцитов – дыхательной. Специфическая форма обеспечивает также прохождение эритроцитов через узкие капилляры. Лишение ядра не требует больших затрат кислорода на собственные нужды и позволяет более полноценно снабжать организм кислородом.
- Эритроциты выполняют в организме следующие функции:
- 1) основной функцией является дыхательная – перенос кислорода от альвеол легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким;
- 2) регуляция pH крови благодаря одной из мощнейших буферных систем крови – гемоглобиновой;
- 3) питательная – перенос на своей поверхности аминокислот от органов пищеварения к клеткам организма;
- 4) защитная – адсорбция на своей поверхности токсических веществ;
- 5) участие в процессе свертывания крови за счет содержания факторов свертывающей и противосвертывающей систем крови;
- 6) эритроциты являются носителями разнообразных ферментов (холинэстераза, угольная ангидраза, фосфатаза) и витаминов (B_1 , B_2 , B_6 , аскорбиновая кислота);
- 7) эритроциты несут в себе групповые признаки крови.

- Живут 80-120 суток

Гемоглобин: количество, его соединения и типы, химическая структура, функции.

- Гемоглобин – особый белок, хромопротеид, благодаря которому эритроциты выполняют дыхательную функцию и поддерживают рН крови.
- У мужчин в крови содержится в среднем 130 – 170 г/л гемоглобина, у женщин – 120 – 150 г/л.
- Гемоглобин состоит из 4 белковых субъединиц, каждая из которых связана с гемом (то есть содержит 4 гема). Гем имеет в своем составе атом железа, способный присоединять или отдавать молекулу кислорода. При этом валентность железа, к которому присоединяется кислород, не изменяется, т.е. железо остается двухвалентным.
- Гемоглобин, присоединивший к себе кислород, превращается в *оксигемоглобин*. Это соединение непрочное. В виде оксигемоглобина переносится большая часть кислорода.
- Гемоглобин, отдавший кислород, называется *восстановленным*, или *дезоксигемоглобином*.
- Гемоглобин, соединенный с углекислым газом, носит название *карбгемоглобина*. Это соединение также легко распадается. В виде карбгемоглобина переносится до 20% углекислого газа в венозной крови.
- В особых условиях гемоглобин может вступать в соединение и с другими газами.
- Соединение гемоглобина с угарным газом (СО) называется *карбоксигемоглобином*. Карбоксигемоглобин является прочным соединением. Гем блокирован в нем угарным газом и неспособен связывать кислород, что препятствует переносу кислорода эритроцитом. Сродство гемоглобина к угарному газу выше его сродства к кислороду, поэтому даже небольшое количество угарного газа в воздухе является опасным для жизни.

- При некоторых патологических состояниях, например, при отравлении сильными окислителями (бертолетовой солью, перманганатом калия и др.) образуется прочное соединение гемоглобина с кислородом – *метгемоглобин*, в котором происходит окисление железа, и оно становится трехвалентным. В результате этого гемоглобин теряет способность отдавать кислород тканям, что может привести к гибели человека.
- В скелетных и сердечной мышцах находится мышечный гемоглобин, называемый *миоглобином*. Он играет важную роль в снабжении кислородом работающих мышц.
- Имеется несколько форм гемоглобина, отличающихся строением белковой части – *глобина*.
- У плода содержится гемоглобин F.
- В эритроцитах взрослого человека преобладает гемоглобин A (90%).
- В клинических условиях принято вычислять степень насыщения эритроцитов гемоглобином. Это так называемый *цветовой показатель*.
- В норме он равен 1. Такие эритроциты называются *нормохромными*. При цветовом показателе более 1,1 эритроциты *гиперхромные*, менее 0,80 – *гипохромные*.
- Цветовой показатель важен для диагностики анемий различной этиологии.

Лейкоциты: количество, строение, виды, функции..

- Лейкоциты, или белые кровяные тельца, представляют собой бесцветные клетки, содержащие ядро и протоплазму, размером от 8 до 20 мкм.
- Количество лейкоцитов в периферической крови взрослого человека колеблется в пределах $(4,0 - 9,0) \times 10^9 / \text{л}$,
- Увеличение количества лейкоцитов в крови выше верхней границы нормы называется *лейкоцитозом*, уменьшение ниже нижней границы нормы – *лейкопенией*.
- Лейкоцитозы могут быть физиологическими и патологическими (реактивными).
- Среди физиологических лейкоцитозов различают пищевой, миогенный, эмоциональный, а также лейкоцитоз, возникающий при беременности.
- Физиологические лейкоцитозы носят перераспределительный характер и, как правило, не достигают высоких показателей.
- При патологических лейкоцитозах происходит выброс клеток из органов кроветворения с преобладанием молодых форм.
- Лейкоциты в зависимости от того, однородна ли их протоплазма или содержит зернистость, делят на 2 группы: зернистые, или *гранулоциты*, и незернистые, или *агранулоциты*.
- Гранулоциты в зависимости от гистологических красок, какими они окрашиваются, бывают трех видов: *базофилы* (окрашиваются основными красителями), *эозинофилы* (кислыми красителями) и *нейтрофилы* (и основными, и кислыми красителями).
- Нейтрофилы по степени зрелости делятся на метамиелоциты (юные), палочкоядерные и сегментоядерные. Агранулоциты бывают двух видов: *лимфоциты* и *моноциты*.
- В клинике имеет значение не только общее количество лейкоцитов, но и процентное соотношение всех видов лейкоцитов, получившее название *лейкоцитарной формулы*, или *лейкограммы*.

Участие лейкоцитов в специфических и неспецифических иммунных реакциях

- Все виды лейкоцитов выполняют в организме защитную функцию. Однако осуществление ее различными видами лейкоцитов происходит по-разному.
- **Нейтрофилы** являются самой многочисленной группой. Основная их функция – *фагоцитоз* бактерий и продуктов распада тканей с последующим перевариванием их при помощи лизосомных ферментов (протеазы, пептидазы, оксидазы, дезоксирибонуклеазы). Нейтрофилы первыми приходят в очаг повреждения. Так как они являются сравнительно небольшими клетками, то их называют микрофагами. Нейтрофилы оказывают цитотоксическое действие, а также продуцируют интерферон, обладающий противовирусным действием. Активированные нейтрофилы выделяют арахидоновую кислоту, которая является предшественником лейкотриенов, тромбоксанов и простагландинов. Эти вещества играют важную роль в регуляции просвета и проницаемости кровеносных сосудов и в запуске таких процессов, как воспаление, боль и свертывание крови.
- По нейтрофилам можно определить пол человека, так как у женского генотипа имеются круглые выросты – “барабанные палочки”.

- **Эозинофилы** также обладают способностью к фагоцитозу, но эта их функция ограничена их небольшим количеством в крови.
- Основной функцией эозинофилов является обезвреживание и разрушение токсинов белкового происхождения, чужеродных белков, а также комплексов антиген-антитело.
- Эозинофилы продуцируют фермент гистаминазу, который разрушает гистамин, освобождающийся из поврежденных базофилов и тучных клеток при различных аллергических состояниях, глистных инвазиях, аутоиммунных заболеваниях.
- Эозинофилы осуществляют противоглистный иммунитет, оказывая на личинку цитотоксическое действие. Поэтому при глистных инвазиях увеличивается количество эозинофилов в крови (*эозинофилия*).
- Эозинофилы продуцируют плазминоген, который является предшественником плазмина – главного фактора фибринолитической системы крови.
- Содержание эозинофилов в периферической крови подвержено суточным колебаниям, что связано с уровнем глюкокортикоидов. В конце второй половины дня и рано утром их на 20% меньше среднесуточного уровня, а в

- **Базофилы** продуцируют и содержат биологически активные вещества (гепарин, гистамин), чем и обусловлена их функция в организме.
- Гепарин препятствует свертыванию крови в очаге воспаления.
- Гистамин расширяет капилляры и повышает проницаемость сосудистой стенки, что способствует развитию воспалительной реакции.
- В базофилах содержатся также гиалуроновая кислота, влияющая на проницаемость сосудистой стенки; фактор активации тромбоцитов (ФАТ); тромбоксаны, способствующие агрегации тромбоцитов; лейкотриены и простагландины.
- При аллергических реакциях (крапивница, бронхиальная астма, лекарственная болезнь) под влиянием комплекса антиген-антитело происходит дегрануляция базофилов и выход в кровь биологически активных веществ, в том числе гистамина, что определяет клиническую картину заболеваний.

- **Моноциты** обладают выраженной фагоцитарной функцией.
- Это самые крупные клетки периферической крови и их называют макрофагами.
- Моноциты находятся в крови 2-3 дня, затем они выходят в окружающие ткани, где, достигнув зрелости, превращаются в тканевые макрофаги (гистиоциты).
- Моноциты способны фагоцитировать микробы в кислой среде, когда нейтрофилы не активны. Фагоцитируя микробы, погибшие лейкоциты, поврежденные клетки тканей, моноциты очищают место воспаления и подготавливают его для регенерации.
- Моноциты синтезируют отдельные компоненты системы комплемента.
- Активированные моноциты и тканевые макрофаги продуцируют цитотоксины, интерлейкин (ИЛ-1), фактор некроза опухолей (ФНО), интерферон, тем самым осуществляя противоопухолевый, противовирусный, противомикробный и противопаразитарный иммунитет; участвуют в регуляции гемопоеза.
- Макрофаги принимают участие в формировании специфического иммунного ответа организма. Они распознают антиген и переводят его в так называемую иммуногенную форму (презентация антигена).
- Моноциты продуцируют как факторы, усиливающие свертывание крови (тромбоксаны, тромбопластины), так и факторы, стимулирующие фибринолиз (активаторы плазминогена).

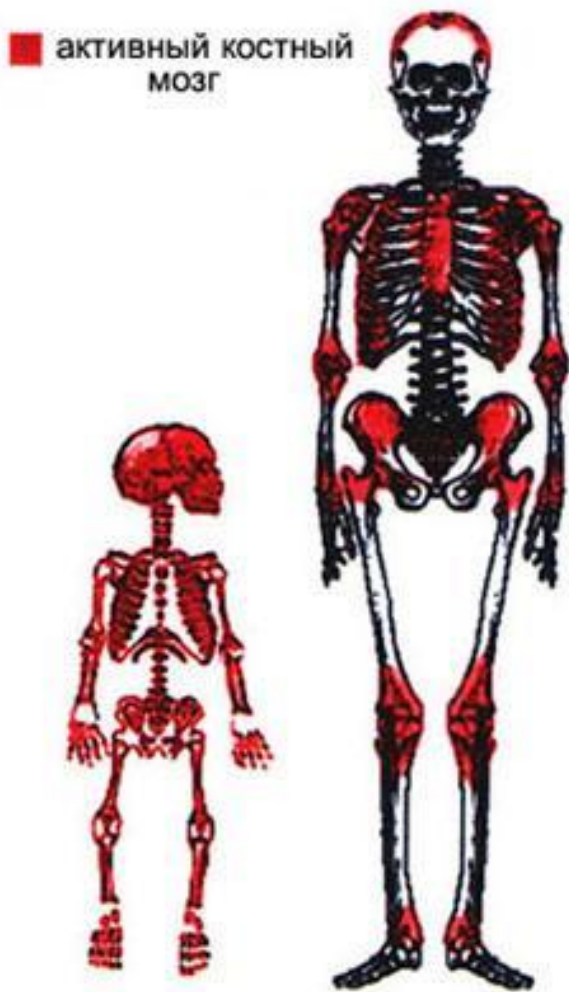
- **Лимфоциты** являются центральным звеном иммунной системы организма.
- Они осуществляют формирование специфического иммунитета, синтез защитных антител, лизис чужеродных клеток, реакцию отторжения трансплантата, обеспечивают иммунную память.
- Лимфоциты образуются в костном мозге, а дифференцировку проходят в лимфоидных тканях. Лимфоциты, созревание которых происходит в вилочковой железе, называются *Т-лимфоцитами* (тимусзависимые).
- Различают несколько форм Т-лимфоцитов.
- *Т-киллеры* (убийцы) осуществляют реакции клеточного иммунитета, лизируя чужеродные клетки, возбудителей инфекционных заболеваний, опухолевые клетки, клетки-мутанты.
- *Т-хелперы* (помощники), взаимодействуя с В-лимфоцитами, превращают их в плазматические клетки, т.е. помогают течению гуморального иммунитета.
- *Т-супрессоры* (угнетатели) блокируют чрезмерные реакции В-лимфоцитов.
- Т-хелперы и Т-супрессоры, регулирующие клеточный иммунитет.
- *Т-клетки памяти* хранят информацию о ранее действующих антигенах.

- **В-лимфоциты** (бурсозависимые) проходят антигензависимую дифференцировку у человека в лимфоидной ткани кишечника, небных и глоточных миндалин.
- В-лимфоциты осуществляют реакции гуморального иммунитета.
- Большинство В-лимфоцитов являются антителопродуцентами.
- В-лимфоциты в ответ на действие антигенов в результате сложных взаимодействий с Т-лимфоцитами и моноцитами превращаются в плазматические клетки.
- Плазматические клетки вырабатывают антитела, которые распознают и специфически связывают соответствующие антигены.
- Различают 5 основных классов антител, или иммуноглобулинов: JgA, JgG, JgM, JgD, JgE.
- Среди В-лимфоцитов также выделяют клетки-киллеры, хелперы, супрессоры и клетки иммунологической памяти.
- **О-лимфоциты (нулевые)** не дифференцированные лимфоциты, являются резервом Т- и В-лимфоцитов.

Тромбоциты: количество, строение, функции.

- Тромбоциты, или кровяные пластинки – плоские клетки неправильной округлой формы диаметром 2 – 5 мкм.
- Тромбоциты человека не имеют ядер.
- Количество тромбоцитов в крови человека составляет $(150 - 450) \times 10^9/\text{л}$,
- Имеют место суточные колебания: днем тромбоцитов больше, чем ночью.
- Увеличение содержания тромбоцитов в периферической крови называется тромбоцитозом, уменьшение – тромбоцитопенией.
- Главной функцией тромбоцитов является участие в гемостазе.
- Тромбоциты способны прилипнуть к чужеродной поверхности (адгезия), а также склеиваться между собой (агрегация) под влиянием разнообразных причин.
- Тромбоциты продуцируют и выделяют ряд биологически активных веществ: серотонин, адреналин, норадреналин, а также вещества, получившие название пластинчатых факторов свертывания крови.
- Тромбоциты способны выделять из клеточных мембран арахидоновую кислоту и превращать ее в тромбоксаны, которые, в свою очередь, повышают агрегационную активность тромбоцитов.
- Тромбоциты способны к передвижению за счет образования псевдоподий и фагоцитозу инородных тел, вирусов, иммунных комплексов, тем самым, выполняя защитную функцию.
- Тромбоциты содержат большое количество серотонина и гистамина, которые влияют на величину просвета и проницаемость капилляров, определяя тем самым состояние гистогематических барьеров.
- Тромбоциты образуются в красном костном мозге из гигантских клеток мегакариоцитов. Продукция тромбоцитов регулируется *тромбоцитопоэтинами*.
- Тромбоцитопоэтины образуются в костном мозге, селезенке, печени. Различают тромбоцитопоэтины кратковременного и длительного действия. Первые усиливают отщепление тромбоцитов от мегакариоцитов и ускоряют их поступление в кровь. Вторые способствуют дифференцировке и созреванию мегакариоцитов.
- Активность тромбоцитопоэтинов регулируется интерлейкинами (ИЛ-6 и ИЛ-11). Количество тромбоцитопоэтинов повышается при воспалении, необратимой агрегации тромбоцитов,
- Продолжительность жизни тромбоцитов составляет от 5 до 11 дней. Разрушаются кровяные пластинки в клетках системы макрофагов или поглощаются эндотелиоцитами.

Органы гемоцитопозеза и иммуногенеза (центральные и периферические): строение и функции.



Костный мозг ребенка и взрослого человека

Значение и потребности организма здорового человека в незаменимых питательных веществах, витаминах и микроэлементах для поддержания нормального кроветворения.
Общее представление о нарушениях кроветворения при дефиците поступления этих веществ в организм.

Функциональная система, поддерживающая оптимальное для метаболизма количество форменных элементов.