

Лекция №4. Состав и функции внутренней среды организма.

Содержание учебного материала.

Состав внутренней среды организма. Гомеостаз. Функции, виды крови.

Основные константы внутренней среды. Система крови. Состав крови, состав сыворотки, плазмы крови. Форменные элементы крови. Гемоглобин.

Лейкоцитарная формула. Константы крови.

Гематология – наука, изучающая кровь.

Кровь, лимфа и межтканевая жидкость являются внутренней средой организма. Кровь приносит к тканям питательные вещества и кислород, удаляет продукты обмена и углекислый газ, осуществляет выработку антител, переносит гормоны, регулирующие деятельность различных систем организма. Хотя кровь циркулирует в кровеносных сосудах и отделена от других тканей сосудистой стенкой, форменные элементы, а также плазма крови могут переходить в соединительную ткань, окружающую кровеносные сосуды. Благодаря этому кровь обеспечивает постоянство состава внутренней среды. **Гомеостаз** – постоянство внутренней среды организма.

Кровь – это жидкая соединительная ткань красного цвета, состоящая из плазмы - жидкое межклеточное вещество (55-60%) и форменных элементов крови (ФЭК) (40-45%).

Функции крови:

1. Транспортная (перенос O_2 и CO_2 , питательных веществ, продуктов метаболизма, тепла, гормонов)

- Дыхательная – перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким.
- Трофическая (питательная) – доставка питательных веществ, витаминов, минеральных солей и воды от органов пищеварения к тканям.
- Экскреторная (выделительная) – удаление из тканей конечных продуктов метаболизма, лишней воды и минеральных солей.
- Гуморальная регуляция - перенос гормонов и других физиологически активных веществ.
- Терморегуляторная – регуляция температуры тела путем охлаждения энергоемких органов и согревания органов, теряющих тепло.
- Регуляция водно-солевого обмена между кровью и тканями.

2. Гомеостатическая – поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаза).

3. Защитная – участие в иммунитете и в свертывании для прекращения кровотечения.

Общее количество крови: 6-8% от массы тела (4,5-6 л у взрослого человека).

Виды крови:

1. В покое в сосудистой системе находится 60-70% крови. Это так называемая *периферическая* или циркулирующая в сосудах. ОЦК – объем циркулирующей крови

2. Другая часть крови (30-40%) содержится в специальных кровяных депо. Это так называемая **депонированная, или резервная, кровь**. Депонированная – (депо крови – печень, селезенка, подкожная клетчатка).

Физико-химические свойства крови:

1. рН крови – 7,36-7,42

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

рН [1-7] кислая

рН 7 нейтральная

рН [7-14] щелочная

Ацидоз – сдвиг рН в кислую сторону. Слабость, головная боль, потеря сознания, рвота, тошнота, кома, смерть.

Алкалоз – сдвиг рН в щелочную сторону. перевозбуждение нервной системы, судороги, смерть.

рН поддерживается **буферными системами крови** – белковый, гемоглобиновый, фосфатный, бикарбонатный.

Буферные системы нейтрализуют значительную часть поступающих в кровь кислот и щелочей, тем самым препятствуя изменению рН крови. В организме в процессе метаболизма образуется больше кислых продуктов, чем щелочных. Поэтому необходимые для их нейтрализации запасы щелочных веществ крови рассматривают как щелочной резерв крови (щелочная емкость крови). Небольшие запасы кислых веществ крови для нейтрализации щелочных продуктов обозначают как кислотный резерв крови (кислотная емкость крови).

В крови выделяют 4 вида буферных систем:

1) **Гемоглобиновая буферная система.** Она находится в эритроцитах. Эта система на 75% обеспечивает буферную емкость крови. Восстановленный гемоглобин является очень слабой кислотой, у оксигемоглобина кислотные свойства выражены сильнее. Механизм работы заключается в следующем. В тканевых капиллярах оксигемоглобин отдает кислород и появляется большое количество солей гемоглобина, имеющих щелочную реакцию. Они взаимодействуют с кислыми продуктами обмена веществ, в результате чего образуются бикарбонаты и восстановленный гемоглобин. В легочных

капиллярах гемоглобин присоединяет кислород и становится сильной кислотой, предотвращая защелачивание крови после выделения углекислого газа из крови. Таким образом, гемоглобин действует в тканях как основание, а в легких как кислота.

2) Бикарбонатная буферная система. Она находится в плазме крови. Карбонатная буферная система по своей мощности занимает второе место. Она представлена угольной кислотой и ее солями: бикарбонатами натрия или калия (пропорция 1/20). В зависимости от сдвига рН она может проявлять кислотные или основные свойства. Механизм действия буферной системы следующий. При поступлении в кровь кислоты более сильной, чем угольная, она взаимодействует с бикарбонатами и вытесняет из них слабую кислоту. Образуются нейтральная соль и слабодиссоциированная угольная кислота. Угольная кислота распадается на воду и углекислый газ, который выделяется из организма через легкие. Если в кровь поступает основание, то в реакцию вступает угольная кислота. В результате образуются бикарбонаты и вода. Избыток бикарбонатов удаляется через почки. Бикарбонатный буфер широко используют для коррекции нарушений кислотно-основного состояния организма.

3) Фосфатная буферная система. Она состоит из натрия дигидрофосфата и натрия гидрофосфата. Первое соединение обладает свойствами слабой кислоты и взаимодействует с поступившими в кровь щелочными продуктами. Второе соединение имеет свойства слабой щелочи и вступает в реакцию с кислотами.

4) Белковая буферная система. Она является буфером, потому что белки обладают амфотерными свойствами: в кислой среде белки плазмы ведут себя как основания, а в щелочной среде – как кислоты.

Буферные системы имеются и в тканях, что способствует поддержанию их рН на относительно постоянном уровне. Главными буферами тканей являются белки и фосфаты.

Поддержание рН крови осуществляется также с помощью легких, почек, потовых желез и желез пищеварительного тракта. Легкие удаляют из организма избыток углекислоты. Почки при **ацидозе** выделяют больше кислых солей, а при **алкалозе** – больше щелочных солей. Потовые железы выводят из организма кислые ионы. Печень нейтрализует сернокислые соединения и аммиак. Слюнные, поджелудочная и кишечные железы удаляют из крови бикарбонаты и кислотные соединения, выделяя их в просвет пищеварительного тракта.

Кроме того, регуляция кислотно-щелочного состояния плазмы крови осуществляется при помощи нервной регуляции.

Кисотно-щелочное равновесие крови является относительно постоянной величиной. Но иногда при некоторых физиологических и патологических состояниях организма запасов буферных систем не хватает и происходит увеличение в крови кислых или щелочных продуктов. Сдвиг рН крови в кислую сторону называется ацидозом, в щелочную - алкалозом.

*Изменение рН приводит к нарушению работы ферментов, тканей и органов организма. Следует учесть, что изменение рН на **0,3-0,4** является смертельным для организма.*

2. Осмотическое давление – давление, обуславливаемое эритроцитами – 7,6-8,1 атм.

Солевой раствор, имеющий давление, одинаковое с кровью называется **изотоническим**, его концентрация – 0,9%, раствор с концентрацией > 0,9% - **гипертонический**, < 0,9% - **гипотонический**.

В гипертоническом растворе эритроциты сморщиваются, в гипотоническом - набухают и разрушаются.

3. Онкотическое давление обуславливается белками (25-30 мм.рт.ст)

Удельный вес крови – 1,050-1,060

Удельный вес плазмы – 1,025-1,034

4. Цветной показатель – условная величина, показывающая степень насыщения эритроцитов гемоглобином (**0,8-1**)

5. Гематокрит, НСТ – процентное содержание ФЭК в цельной крови (**муж. – 40-48%, у жен – 36-42%**)

Показатель уровня содержания эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов на весь объем крови в организме называется гематокритом.

Обычно данный показатель изображается в виде процентного соотношения, реже – в виде дробного числа. Определение данного показателя дает возможность увидеть наличие какой-либо болезни и степень ее развития.

Основной причиной повышения гематокрита является повышения количества красных кровяных клеток (гиперпродукция в костном мозге) или увеличение их размера, что и создает дополнительный объем. Что это значит, и какие причинные факторы способствуют этому мы рассмотрим в этой статье.

Если анализы свидетельствуют о том, что норма для женщин и мужчин нарушена и составляет более 0,55 — то у пациента повышенный гематокрит. По причине высокой концентрации в крови лейкоцитов, эритроцитов и

тромбоцитов повышается вязкость крови, а это вызывает формирование и разрастание тромбов в сосудах.

Плазма – прозрачная жидкость, в состав которой входят неорганические вещества (минеральные соли) и органические вещества (белки, глюкоза, витамины, липопротеиды и т.д.)

Состав плазмы крови:

1. Вода 90%

2. Белки 6-8%

Альбумины – транспортируют малорастворимые вещества, удерживают H_2O в кровеносном русле. Если их мало, H_2O выходит в ткани и образуются отеки.

Глобулины – образуют антитела при инфекционных заболеваниях.

Фибриноген – участвует в свертывании крови.

Сыворотка крови – плазма, лишенная фибриногена, не сворачивается. Плазма без фибриногена называется **сыворотка**.

3. Минеральные соли – **0,9%**

Соотношение Ca:Na:K = const

4. Глюкоза (сахар) – **3,33 – 5,55** ммоль/л или 80-120 мг%

5. Небелковые азотсодержащие соединения или остаточный азот, азотистые шлаки (мочевина, аммиак, мочевая кислота, креатинин) **20-40** мг%

6. Гормоны, витамины, аминокислоты.

ФЭК

Форменные элементы:

1. эритроциты
2. лейкоциты
3. тромбоциты

Эритроциты – это красные кровяные безъядерные клетки в форме двояковогнутого диска, гибкие, диаметр 7-8 мкм, толщина 1-2,5 мкм. Своё название получили в связи с наличием в их цитоплазме дыхательного пигмента гемоглобина, способного **адсорбировать** (присоединять и отщеплять) газы, растворимые в крови, - кислород и углекислый газ.

Функция эритроцитов: перенос кислорода и углекислого газа.

В норме в крови у мужчин содержится 4-5 миллионов в 1 мм^3 , а в крови женщин 3.7- 4.7 млн. в 1 мм^3 . Если все эритроциты одного человека сложить в одну нить, то её можно опоясать земной шар по экватору 3 раза.

Количество эритроцитов в крови может изменяться: у жителей высокогорья их больше, чем у жителей равнин, у спортсменов больше, чем у не занимающихся спортом, у детей больше, чем у взрослых. Количество

эритроцитов изменяется в течение суток, при мышечной работе, пребывании на большой высоте, потери жидкости.

Вследствие отсутствия ядра продолжительность жизни эритроцитов **100- 120 суток**. Ежедневно разрушается примерно 1/100 часть эритроцитов, а за 3 месяца все эритроциты крови заменяются новыми. Погибают эритроциты в селезенке, а образуются в красном костном мозге.

Гемоглобин - это дыхательный пигмент, который находится в эритроцитах и только там выполняет свои функции: перенос газа и поддержание рН.

Количество:

у жен. – 120-140г/л (12-14г%)

у муж. – 130-160г/л (13-16г%)

Анемия (малокровие) – пониженное содержание гемоглобина.

Соединения гемоглобина:

$Hb + O_2 = HbO_2$ – оксигемоглобин

$Hb + CO_2 = HbCO_2$ -карбогемоглобин

$Hb + CO = HbCO$ – карбоксигемоглобин

Hb состоит из белковой части (глобина) и небелковой (гема). Гем содержит Fe^{2+} . При патологических состояниях переходит в Fe^{3+} и образуется метгемоглобин, при накоплении которого в крови наступает смерть.

Лейкоциты – это бесцветные кровяные клетки, выполняющие защитную функцию.

В норме содержится 4- 9 тысяч в 1 мм^3 . Увеличение количества лейкоцитов в крови называют **лейкоцитоз**, а уменьшение- **лейкопения**. Продолжительность жизни лейкоцитов 15- 20 суток, а лимфоцитов 20 лет и более. На протяжении суток число лейкоцитов в крови изменяется с связи с пищеварением и физической нагрузкой. Лейкоциты способны к активному движению, они способны проникать через стенку кровеносных капилляров в окружающую соединительную и эпителиальную ткани и участвовать в защитных реакциях организма (переваривание инородных тел, микроорганизмов, образование иммунитета).

Функции:

1. защитная

- **фагоцитоз** (пожирание)

- выработка антител

2. регенеративная – ускоряют заживление ран

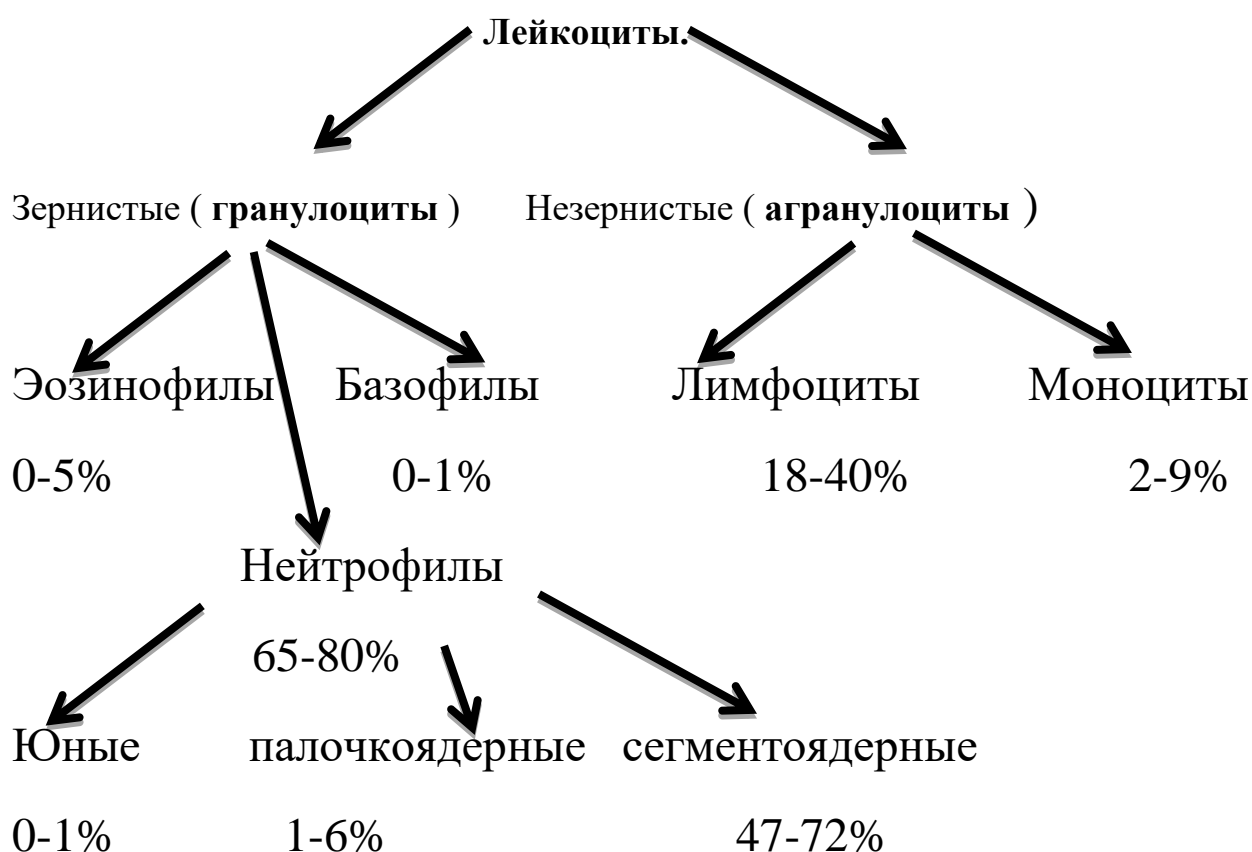
3. разрушение отмерших клеток организма

Свойства:

- амёбовидная подвижность

- **диапедез** – способность выходить из сосудистого русла

- фагоцитоз



В гранулоцитах ядра обычно сегментированы и имеют вид палочек, подков или небольших комочков. **Эозинофилы**-лейкоциты, способные обезвреживать чужеродные белки и белки отмерших тканей; базофилы-принимают участие в свертываемости крови и регуляции проницаемости сосудов для форменных элементов крови; **нейтрофилы**- захватывают и переваривают микроорганизмы, стимулируют размножение клеток. Погибшие нейтрофилы вместе с остатками разрушенных клеток и тканей образуют гной.

У агранулоцитов ядро обычно округлое.

Лимфоциты:

Т-лимфоциты образуются в тимусе (вилочковая железа) и отвечают за клеточный иммунитет (**фагоцитоз**), т.е. уничтожают чужеродные клетки, а также собственные клетки, отклонившиеся от нормального развития.

В-лимфоциты развиваются в лимфоидной ткани тонкого кишечника, аппендиксе, миндалинах. Отвечают за гуморальный иммунитет, т.е. при попадании в организм антител вырабатывают антитела, обезвреживающие чужеродные агенты. Продолжительность жизни лимфоцитов от 3 суток до 6 месяцев, некоторые до 5 лет.

Моноциты- самые крупные клетки крови, их диаметр достигает 20 мкм. Моноциты способны к активному фагоцитозу и выполняют защитные функции. По современным представлениям, моноциты могут дать начало

многим клеткам гистиоцитам соединительной ткани, макрофагам печени, легких, селезенки, красного костного мозга, лимфатических узлов, брюшины и плевры, остеокластам и клеткам микроглии нервной ткани.

Все лейкоциты, кроме лимфоцитов, образуются в красном костном мозге. Лимфоциты образуются в селезенке, лимфатических узлах, вилочковой железе.

Тромбоциты – это кровяные, бесцветные пластинки, необходимые для свертывания крови. Образуются в красном костном мозге.

В норме содержится в крови **180- 320 тысяч в 1 мм³** тромбоцитов.

Продолжительность жизни- 4 суток. Тромбоциты способны к передвижению, поглощению и выделению некоторых веществ (серотонина, адреналина). При нарушении целостности стенки сосуда тромбоциты легко разрушаются и выделяют специфическое вещество, способствующее свертыванию крови.

Много – тромбоцитоз

Мало – тромбоцитопения

Лейкоцитарная формула – это процентное содержание разных видов лейкоцитов.

В организме ФЭК находятся в определенных количественных соотношениях, которые принято выражать формулой крови (**гемограммой**), а процентные соотношения различных видов лейкоцитов в крови – лейкоцитарной формулой.

У здорового человека последняя имеет следующий вид:

Эозинофилы – 1,5%

Базофилы -0,5-1%

Нейтрофилы – 60-70%

Лимфоциты – 25-30%

Моноциты -5-8%.

Система крови – постоянство ФЭК, их обновление и разрушение происходит в специальных органах – красный костный мозг, печень, селезенка («кладбище эритроцитов»), лимфатические узлы. Эти органы называют еще система крови.

Кроветворение или гемопоэз – сложный процесс образования, развития и созревания ФЭК.

У взрослого человека гемопоэз происходит в красном костном мозге губчатого вещества грудины, ребер, позвонков.

Форменные элементы крови

ФЭК	Функции	Свойства	Кол-во в 1л	ядро	Прод-ность жизни
Эритроциты Er Красная кровь	1)Перенос O ₂ и CO ₂ 2)Поддержание pH 3)Питательная – перенос аминокислот 4)Связывают токсины	Способность с помощью гемоглобина связывать и переносить газы	Жен – 3,7-4,7* 10(12) Муж- 4-5*10(12) Много-эритроцитоз мало – эритропения	нет	120 дней
Лейкоциты L, WBC «белая кровь»	1)защитная: Фагоцитоз (пожирание), Выработка антител 2)регенеративная – Ускоряют заживление ран 3)разрушение отмерших клеток организма	1)амебовидная подвижность 2)диапедез – способность выходить из сосудистого русла 3)фагоцитоз	4-9* 10(9) Много – лейкоцитоз Мало – лейкопения	есть	8-12 дней
Тромбоциты Tr, PLT «Кровяные пластинки»	1)свертывание крови 2)участие в фибринолизе	1)амебовидная подвижность 2)способность прилипать к чужеродной поверхности и склеиваться между собой	180-320 *10(9) Много – тромбоцитоз Мало – тромбоцитопения	нет	4 дня