

ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ-1



Состав крови

Плазма крови

Функции эритроцитов

Защитные свойства крови

Вода организма человека

- В различных органах и тканях взрослого человека относительное содержание воды от 68% (печень) до 83% (кровь). Исключение составляет скелет (22%) и жировая ткань (10%).
- Среднее содержание воды у мужчин около 73% массы тела.
- В организме женщин, как правило, жира больше и поэтому в их теле воды примерно на 6-10% меньше.
- У новорожденных процентное содержание воды примерно на 10% выше.

Состав крови

- Кровь является одной из разновидностей соединительных тканей.
- Межклеточное вещество ее находится в жидком состоянии и называется *плазмой* (около 55%).
- В воде плазмы во взвешенном состоянии “плавают” огромное количество веществ и соединений, а также форменные элементы крови - *эритроциты, лейкоциты и тромбоциты* (их около 40-45% - этот показатель называется гематокрит).

Объем циркулирующей крови (ОЦК)

- *Объем циркулирующей в сосудах крови (ОЦК)* является одной из констант организма. Однако ОЦК не является строго постоянной величиной для всех людей, он зависит от возраста, пола, функциональных кондиций конкретного человека.
- Так, у взрослого молодого мужчины ОЦК около 7% массы тела. У женщин в сосудистом русле крови несколько меньше, чем у мужчин (около 6% массы тела).

Функции крови

- 1. Дыхательная функция.
- 2. Трофическая функция.
- 3. Обеспечение водно-солевого обмена.
- 4. Экскреторная функция.
- 5. Гуморальная регуляция.
- 6. Защитная функция.
- 7. Гемостатическая функция.
- 8. Терморегуляторная функция.

Плазма крови



- 91% плазмы – вода
- 9% плазмы крови приходится на различные вещества, растворенные в ней.
- Часть из них находится на постоянном уровне, содержание других колеблется в зависимости от состояния организма.

Белки плазмы крови и их функции

- Белки (альбумины, глобулины, фибриноген) составляют около 8% объема плазмы. Подавляющее большинство их поступает в сосудистое русло из печени.
- Транспортная функция
- Трофическая функция
- Ферментативная функция
- Создание онкотического давления.

Осмотическое и онкотическое давление крови

Эритроциты крови



А



Б

Эритроцит в гипотоническом растворе

Различные соединения, растворенные в плазме создают *осмотическое* давление. Величина осмотического давления определяется количеством растворенных молекул, а не их размерами.

В норме осмотическое давление плазмы крови около 7,6 атм. (5700 мм рт.ст.).

Примерно 199/200 ионов плазмы - неорганические ионы.

Белки плазмы создают *онкотическое* давление, равное лишь 0,03 - 0,04 атм. (25-30 мм рт.ст.).

Значение онкотического давления в обмене воды

- Онкотическое давление крови служит основой удержания воды в ней.
- Осмотическое и онкотическое давления обеспечивают обмен воды между:
 - а) плазмой крови и форменными элементами,
 - б) плазмой и тканями организма.

Реакция крови - рН

- В артериальной крови рН плазмы крови - 7,4, а в венозной несколько ниже - 7,36.
- Постоянство рН крови необходимо для обеспечения нормальной функции большинства органов, их внутриклеточных ферментативных процессов.
- При ряде состояний (интенсивная физическая нагрузка, некоторые виды патологий) возможные колебания рН . Максимально возможные пределы колебания рН от 6,9 до 7,8.

Регуляция постоянства рН крови

- Буферные системы (пара, состоящая из кислоты и щелочи) крови снижают выраженность сдвига рН крови при поступлении в нее кислых или щелочных продуктов.

- Буферные системы:

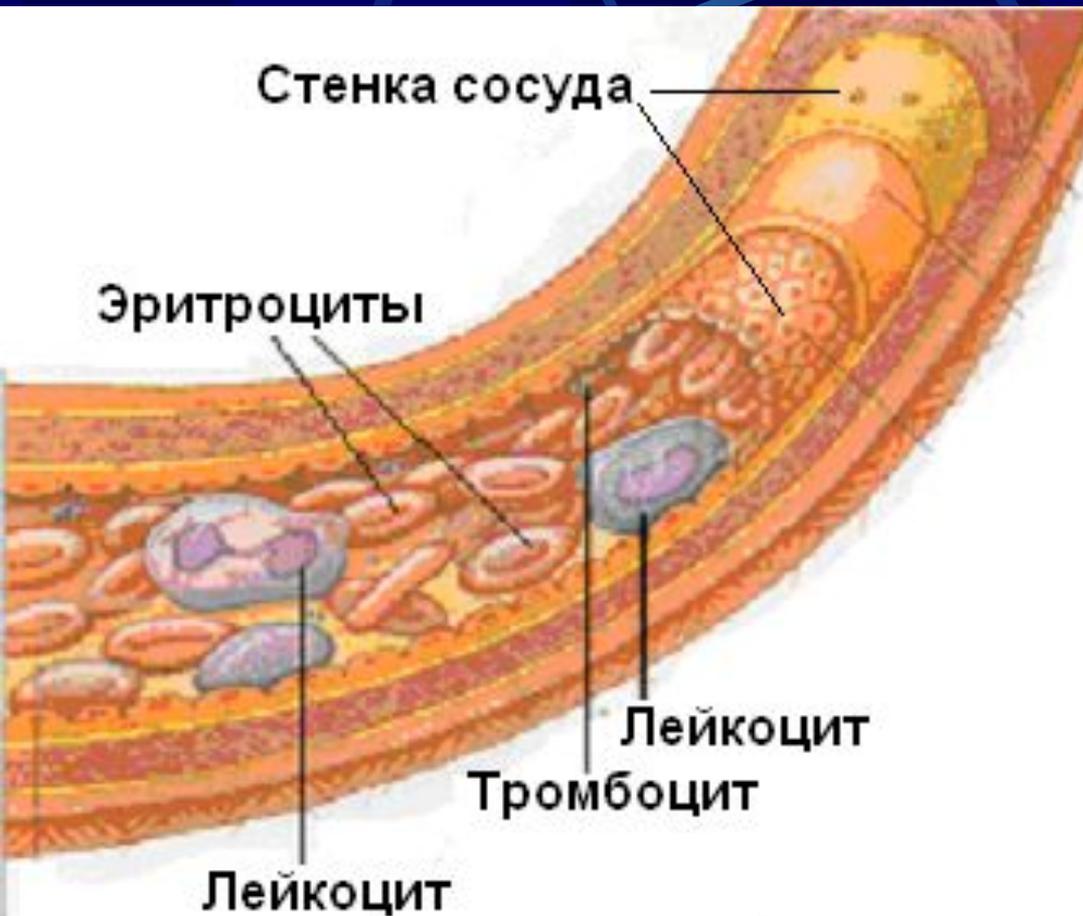
Бикарбонатный буфер

Буферная система гемоглобина (Hb)

Белки плазмы

Фосфатная буферная система

ЭРИТРОЦИТЫ



В крови у мужчин содержится $4,5 - 5,0 \cdot 10^{12}/\text{л}$ эритроцитов, у женщин - примерно на $0,5 \cdot 10^{12}/\text{л}$ меньше.

Снижение концентрации эритроцитов ниже нормы называется *эритроцитопенией (анемией)*, увеличение - *полиглобулией (полицитемией)*.

Эритроцит

Эритроцит - яркий представитель узко специализированной клетки. Его округлая двояковогнутая форма, имеющая диаметр около 7,5 мкм, прекрасно способствует выполнению своей функции.

Благодаря тому, что зрелый эритроцит лишен ядра, площадь его поверхности увеличилась, а расстояние от мембраны до самой отдаленной точки нахождения гемоглобина резко уменьшилось (максимум 1,2 - 1,5 мкм). Это обеспечивает хорошие условия газообмена.

Кроме того, безъядерность при эластичной мембране позволяет эритроциту легко скручиваться и проходить через капилляры, имеющие диаметр порой почти в 2 раза меньший, чем идеаль-

Газотранспортная функция эритроцитов

- Данная функция обусловлена наличием в нем кислородтранспортного белка - *гемоглобина* (34% общего и 90% сухого веса эритроцита).
- В 1 л крови находится 140 - 160 г гемоглобина. В норме среднее содержание Hb в одном эритроците у женщин 32-33 пг, а у мужчин - 36-37 пг.
- Гемоглобин, присоединивший кислород, превращается в *оксигемоглобин* (HbO_2) ярко алого цвета. Гемоглобин, отдавший в тканях кислород, именуется *восстановленным* или *дезоксигемоглобином* (Hb), имеющим более темный цвет. В венозной крови часть гемоглобина присоединяет CO_2 - это *карбгемоглобин* (HbCO_2).

Кислородная емкость крови

- КЕК определяется концентрацией в крови гемоглобина
- 1 г гемоглобина может связать 1,34 мл кислорода
- Таким образом -15 г% (в 100 мл крови) Hb x 1,34 мл = 21 мл O₂

Жизненный цикл эритроцита

- Циркулирующий в крови зрелый эритроцит является дифференцированной тупиковой клеткой, неспособной к дальнейшей пролиферации.
- Эритроцит в кровотоке способен циркулировать в течение 100-120 дней.
- После этого он погибает. Таким образом, в сутки обновляется около 1% эритроцитов.

Иммунитет

- Клеточные и гуморальные механизмы, обеспечивающие специфические реакции защиты, называются *иммунитетом* (от лат. *immunis* - свободный от). Иммунная система способна распознавать “свое-чужое”.

Фагоциты

- Из клеточных факторов защиты наибольшее значение принадлежит открытому И.И. Мечниковым **фагоцитозу** (от лат. phagos - пожирающий) - свойству некоторых клеток приближаться, захватывать и переваривать чужеродный объект.
- Комплекс всех фагоцитов крови и тканей называется **мононуклеарной фагоцитирующей системой (МФС)**. Среди них различают сравнительно небольшие клетки - микрофаги (например, нейтрофилы) и большие - макрофаги (моноциты и их тканевые потомки)

Фагоцитоз

- **Фагоцитоз** - активный процесс, сопровождающийся повышением потребления клеткой O_2 и глюкозы.
- Фагоциты, и особенно макрофаги, имеют хорошо развитый аппарат движения. Сближение фагоцита с микроорганизмом и его захват обусловлено **хемотаксисом**. Он обеспечивает сближения фагоцита с микроорганизмом.
- Затем микроб поглощается клеткой и переваривается ее ферментами.

Специфический (гуморальный) иммунитет

- В ответ на попадание в организм чужеродного белка (или гликопротеида) - **антигена** в лимфоидных органах начинается пролиферация лимфоцитов и синтез **антител**.
- Антигеном может быть микроорганизм или его отдельные молекулы-переносчики и расположенные на них детерминантные группы, обуславливающие специфичность. Антигенными свойствами обладают субстраты с молекулярной массой более 8.000.

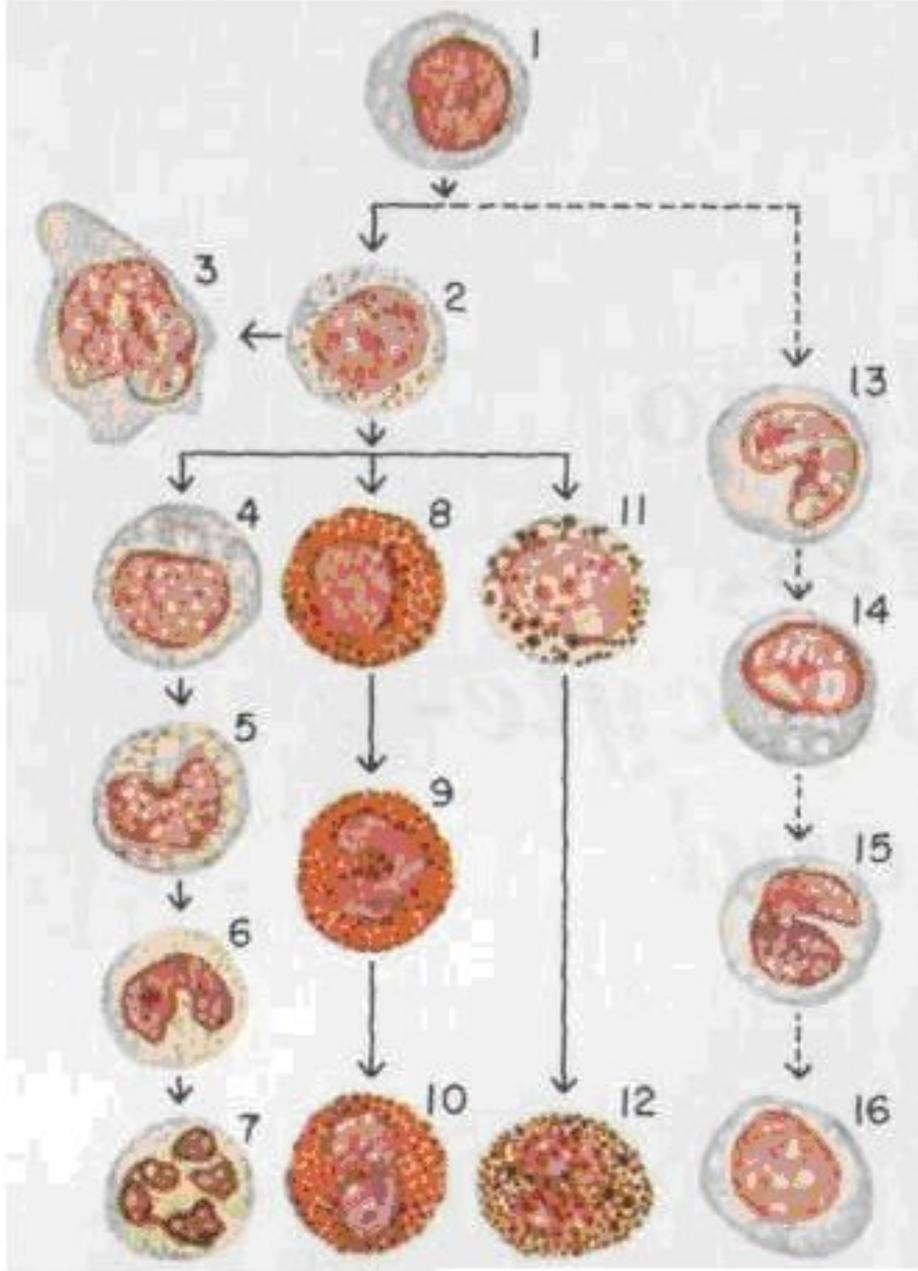
Лейкоциты

- В крови человека содержится от 4 до 10 тыс. в мкл крови ($4-10 \cdot 10^9/\text{л}$) лейкоцитов. Увеличение их числа называется *лейкоцитозом*, а уменьшение - *лейкопенией*.
- В отличие от других клеток крови (эритроцитов и тромбоцитов), выполняющих свои функции непосредственно в сосудистом русле, лейкоциты выполняют свои разнообразные задачи преимущественно в соединительной ткани различных органов.
- В русле крови лейкоциты циркулируют лишь в течение нескольких часов (от 4 до 72) после выхода из костного мозга и других иммунокомпетентных органов. Затем они, проходя через стенку капилляров, расселяются по тканям. В тканях лейкоциты могут находиться в течение

Лейкоцитарная формула

	Нейтрофилы		Моноциты	Базофилы	Эозинофилы	Лимфоциты
	палочк.	сегмент.				
%	1-5	45-70	2-10	0-1	1-5	20-40
Абсолютное количество в 1 мкл.	50-400	3000-5600	150-600	до 90	50-250	1800-3000

Лейкоцитопозэз



Нейтрофил | Базофил | Моноцит
Эозинофил

Нейтрофилы

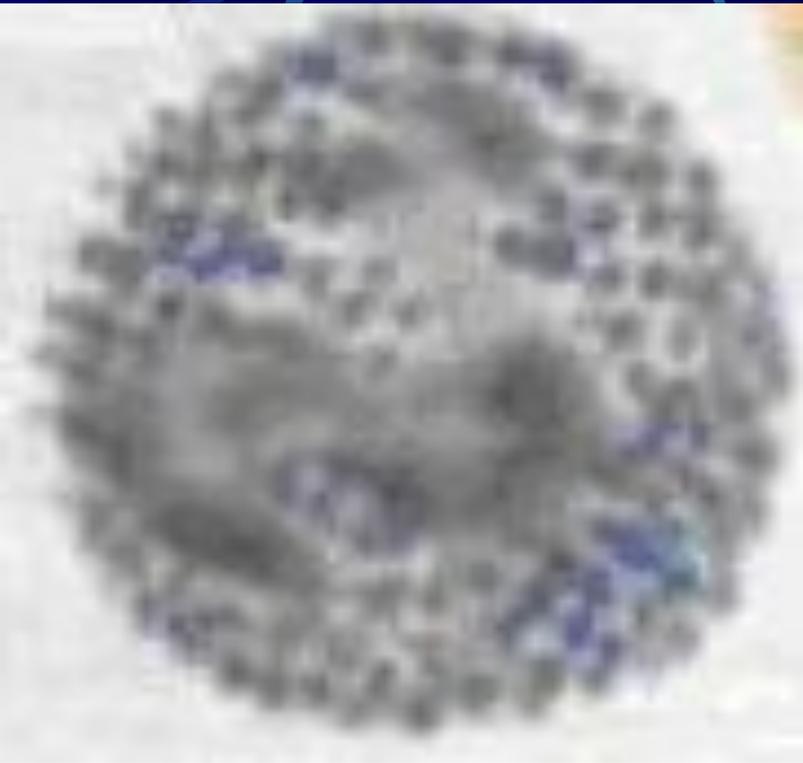
- Нейтрофилы участвуют в :
фагоцитозе,
образовании **интерферона** - вещества,
воздействующего на вирусы,
синтезе факторов, обладающих
бактерицидным действием
(лактоферрин), а так же стимулирующим
регенерацию тканей (кислые
гликозаминогликаны) после их повреждения,
синтезе **пирогена**.

Моноциты



- **Моноциты** составляют 2-10% лейкоцитов. Это самые крупные мононуклеарные клетки крови, имеющие диаметр 16-20 мкм.
- Моноциты крови после своего сравнительно длительного периода циркуляции ($T_{1/2}$ до 72 ч) покидают русло крови и в тканях превращаются в клетки *макрофагальной системы*.
- Кроме того, макрофаги могут трансформироваться и в другие клетки. Таким образом, моноциты крови не являются конечными дифференцированными клетками, они еще сохраняют потенцию к дальнейшему

Базофилы



- Базофилы содержат большое количество таких биологически активных соединений, как *гепарин* - противосвертывающее вещество и *гистамин*, повышающий проницаемость стенок капилляров.
- Базофилы, находящиеся в тканях, именуются *тучными клетками*.

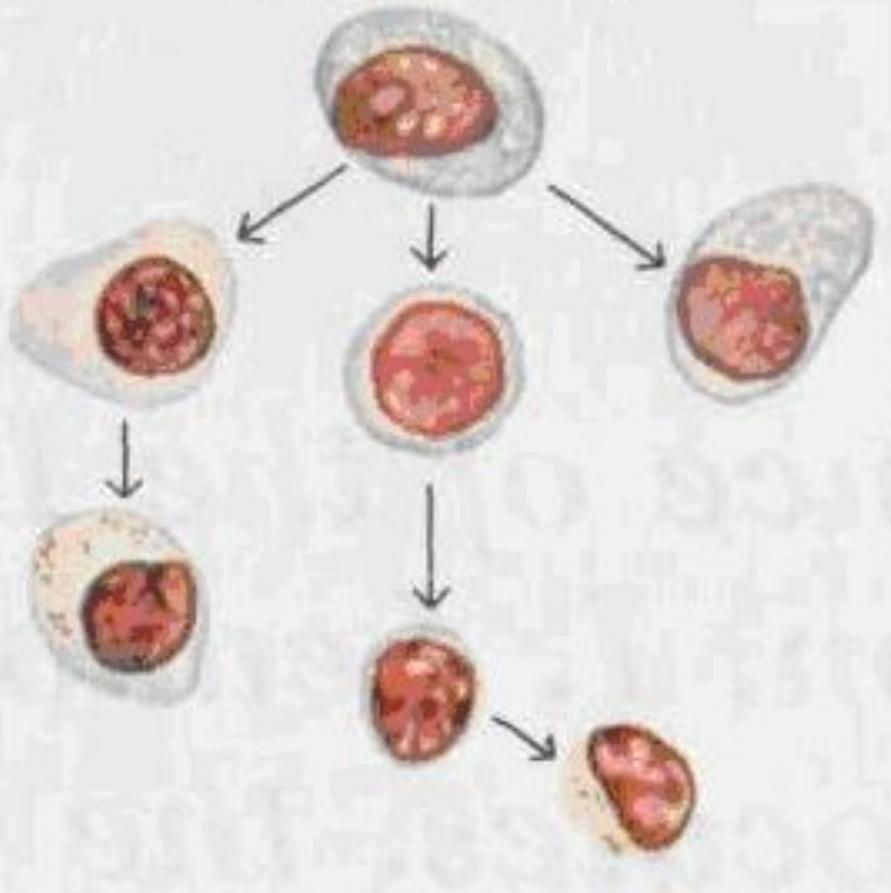
Эозинофилы



- **Арилсульфатаза** мелких гранул инактивирует ряд **субстанций анафилаксии**, уменьшая выраженность реакций немедленной гиперчувствительности. Основным белком больших гранул способен нейтрализовать гепарин. Эозинофилы под влиянием хемотаксических факторов мигрируют к месту появления небольшого количества антигена, где происходит реакция “антиген-антитело”.

Лимфоциты

Лимфоцитопоез



- В крови взрослого человека на долю Т-лимфоцитов приходится около 75% лимфоцитов, 15% составляют В-лимфоциты, а остальные 10% лимфоцитов относятся к, так называемым, “нуль” - клеткам.

Лимфоциты

- Лимфоциты участвуют в реакциях антимикробного и клеточного иммунитета, обеспечивающего уничтожение мутировавших клеток. Подводя итоги краткой характеристике функций лимфоцитов можно отметить следующие их функциональные назначения.
- ***T-лимфоциты:*** 1) служат основным эффектором клеточного иммунитета (киллеры), 2) регулируют выраженность иммунного ответа (супрессоры), 3) обеспечивают узнавание “чужого”;
- ***B-лимфоциты:*** 1) осуществляют синтез антител (превращаясь в плазматические клетки), 2) обеспечивают иммунную память, 3) участвуют в реакциях клеточного иммунитета (B-киллеры, B-супрессоры).