

A microscopic view of red blood cells (erythrocytes) in a blood vessel. The cells are biconcave discs, appearing as reddish-orange structures with a darker center. They are surrounded by a network of fine, fibrous structures, likely representing the vessel wall or surrounding tissue. The overall color is a deep red, characteristic of blood.

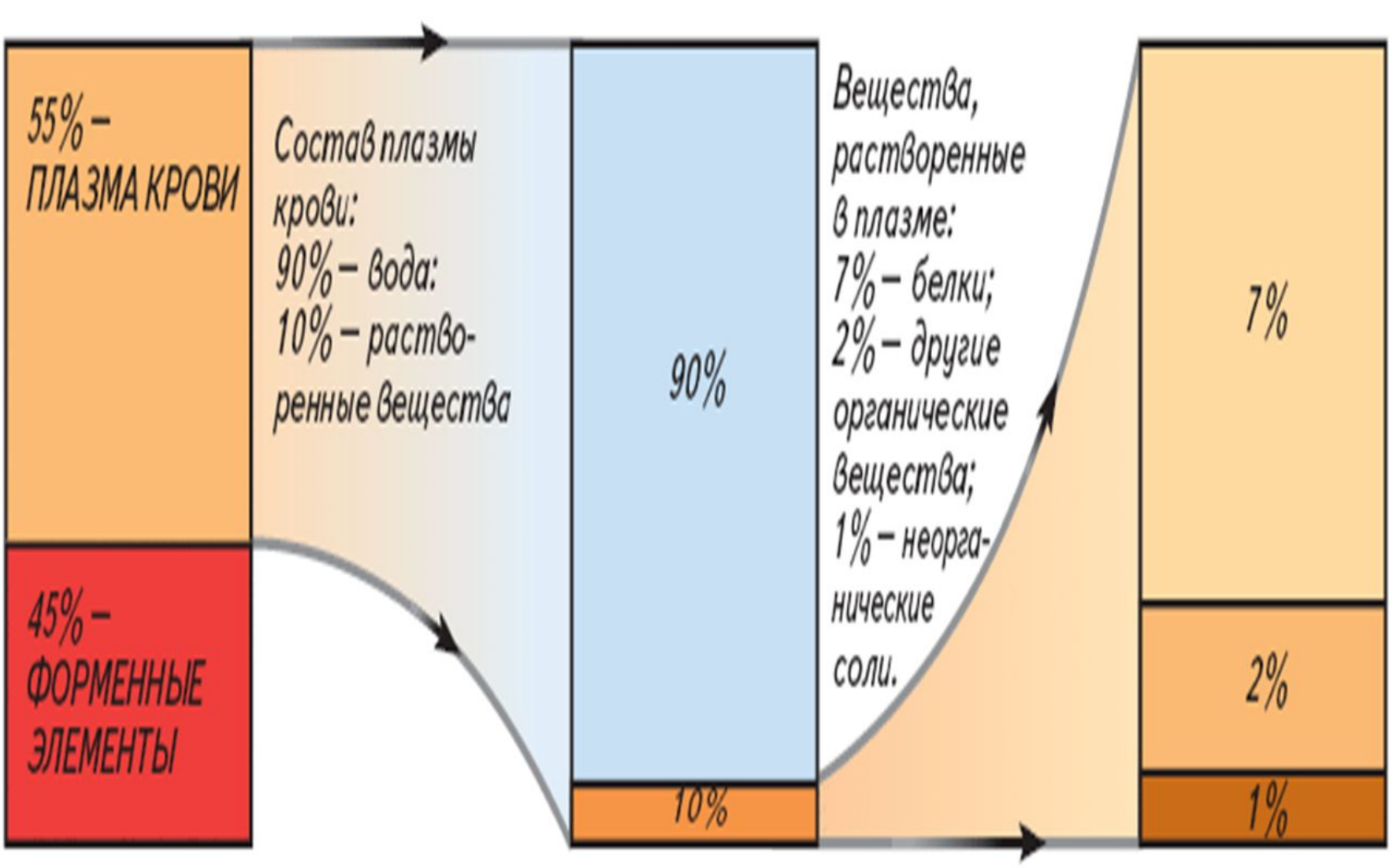
Биохимия крови

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРОВИ

ПО СВОЕМУ СТРОЕНИЮ КРОВЬ ЯВЛЯЕТСЯ ЖИДКОЙ ТКАНЬЮ И ПОДОБНО ЛЮБОЙ ТКАНИ СОСТОИТ ИЗ КЛЕТОК И МЕЖКЛЕТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ;

- КЛЕТКИ КРОВИ НОСЯТ НАЗВАНИЕ **ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**. К НИМ ОТНОСЯТСЯ КРАСНЫЕ КЛЕТКИ (**ЭРИТРОЦИТЫ**), БЕЛЫЕ КЛЕТКИ (**ЛЕЙКОЦИТЫ**) И КРОВЯНЫЕ ПЛАСТИНКИ (**ТРОМБОЦИТЫ**). НА ДОЛЮ КЛЕТОК ПРИХОДИТСЯ ОКОЛО 45% ОТ ОБЪЕМА КРОВИ;
- **ЖИДКАЯ ЧАСТЬ КРОВИ НАЗЫВАЕТСЯ ПЛАЗМОЙ**. ОБЪЕМ ПЛАЗМЫ СОСТАВЛЯЕТ СООТВЕТСТВЕННО ПРИМЕРНО 55% ОТ ОБЪЕМА КРОВИ.
- **МАССА КРОВИ В СОСУДАХ ЧЕЛОВЕКА СОСТАВЛЯЕТ ПРИМЕРНО 7-8% ОТ МАССЫ ТЕЛА.**
- **ОБЪЕМ ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ СОСТАВЛЯЕТ 4,5 – 5 Л**





ТРАНСПОРТНАЯ ФУНКЦИЯ

ТРОФИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ. С КРОВЬЮ КО ВСЕМ ОРГАНАМ ДОСТАВЛЯЮТСЯ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ПЛАСТИЧЕСКОГО ОБМЕНА В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ, ВИТАМИНЫ, МИНЕРАЛЫ И ДР.;

ДЫХАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ. КРОВЬ УЧАСТВУЕТ В ПЕРЕНОСЕ КИСЛОРОДА ОТ ЛЕГКИХ К ТКАНЯМ И ПЕРЕНОСЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ОТ ТКАНЕЙ К ЛЕГКИМ;

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ (ЭКСКРЕТОРНАЯ). КОНЕЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ ПЕРЕНОСЯТСЯ К ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫМ ОРГАНАМ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ИХ УДАЛЕНИЕМ ИЗ ОРГАНИЗМА.

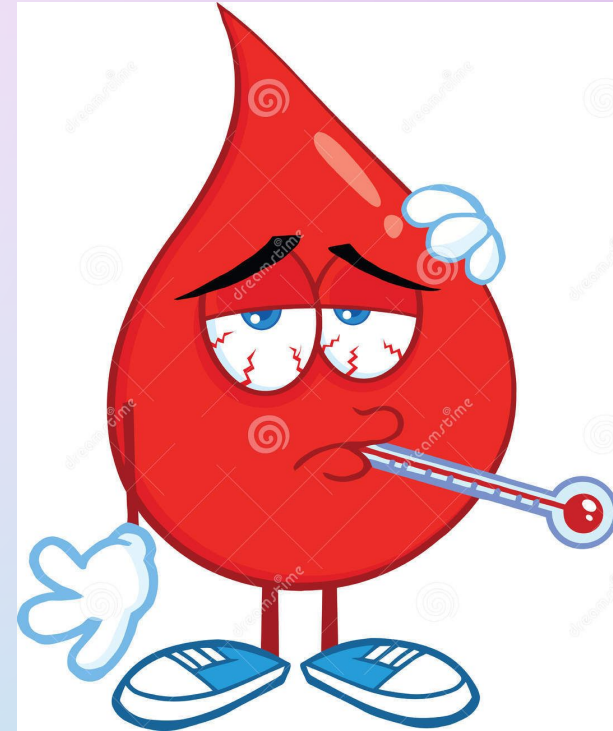
ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ

- КРОВЬ УЧАСТВУЕТ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИММУНИТЕТА – ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА ОТ ЧУЖЕРОДНЫХ МОЛЕКУЛ И КЛЕТОК;
- К ЗАЩИТНОЙ ФУНКЦИИ ТАКЖЕ МОЖНО ОТНЕСТИ СПОСОБНОСТЬ КРОВИ К СВЕРТЫВАНИЮ. В ЭТОМ СЛУЧАЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ЗАЩИТА ОРГАНИЗМА ОТ КРОВОПОТЕРИ.



РЕГУЛЯТОРНАЯ ФУНКЦИЯ

- КРОВЬ УЧАСТВУЕТ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОСТОЯНСТВА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА И В ПОДДЕРЖАНИИ ПОСТОЯНСТВА PH И ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ
- С ПОМОЩЬЮ КРОВИ ПРОИСХОДИТ ПЕРЕНОС ГОРМОНОВ – РЕГУЛЯТОРОВ МЕТАБОЛИЗМА.





ВСЕ ПЕРЕЧИСЛЕННЫЕ ФУНКЦИИ
НАПРАВЛЕНЫ НА ПОДДЕРЖАНИЕ
ПОСТОЯНСТВА ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ
ОРГАНИЗМА - **ГОМЕОСТАЗА**

(ПОСТОЯНСТВА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА,
КИСЛОТНОСТИ, ОСМОТИЧЕСКОГО
ДАВЛЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРЫ И Т.П. В
КЛЕТКАХ ОРГАНИЗМА).

БЕЛКИ ПЛАЗМЫ КРОВИ:

- **АЛЬБУМИНЫ,**
- **ГЛОБУЛИНЫ,**
- **ФИБРИНОГЕН;**
- **СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ АЛЬБУМИНАМИ И ГЛОБУЛИНАМИ НОСИТ НАЗВАНИЕ «АЛЬБУМИНО-ГЛОБУЛИНОВЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ» И РАВНО 1,5- 2;**
- **БО́ЛЬШАЯ ЧАСТЬ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ СИНТЕЗИРУЕТСЯ В ПЕЧЕНИ.**
- **СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО БЕЛКА В ПЛАЗМЕ КРОВИ – 65-85 Г/Л**

АЛЬБУМИНЫ

- НЕБОЛЬШИЕ БЕЛКИ, 67 KDA
- ОБЛАДАЮТ ВЫСОКОЙ ГИДРОФИЛЬНОСТЬЮ
- **ФУНКЦИИ:**
 - ТРАНСПОРТНАЯ (ПЕРЕНОСЯТ НЕРАСТВОРИМЫЕ В ВОДЕ ВЕЩЕСТВА – ЖИРЫ, ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ, ГОРМОНЫ, КАЛЬЦИЙ, СВ. БИЛИРУБИН, ЛЕКАРСТВА);
 - ПОДДЕРЖАНИЕ ОНКОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ.
 - РЕЗЕРВ АК
 - **КОНЦЕНТРАЦИЯ В ПЛАЗМЕ 38 - 50 Г/Л**
(ПРИ ДЕФИЦИТЕ АЛЬБУМИНА – ОТЕКИ)

Глобулины

высокомолекулярные белки с молекулярной массой до 300 тыс. Да.;

Функции:

- Транспортная
- Защитная (иммунитет)
- Свертывание крови и фибринолиз (растворение тромбов)
- Различают α -1, α -2, β , γ глобулины
- Концентрация суммы глобулинов в плазме 20 – 30 г/л

БЕЛКИ	КОНЦЕН ТРАЦИЯ В ПЛАЗМЕ г/л	ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ
α_1-глобулины	3-6	Транспорт липидов, тироксина, гормонов коры надпочечников. Ингибитор трипсина и химотрипсина
α_2-глобулины	4-9	Ингибитор плазмина. Связывание свободного гемоглобина
β-глобулины	6-11	Транспорт липидов, железа. Белки системы комплемента
γ-глобулины	13-17	Циркулирующие антитела
Фибриноген	30	Свертывание крови, агрегация тромбоцитов
Протромбин	1	Свертывание крови

ОРГАНИЧЕСКИЕ НЕБЕЛКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПЛАЗМЫ

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ НЕБЕЛКОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

В СОСТАВ НЕБЕЛКОВОГО АЗОТА КРОВИ
ВХОДИТ АЗОТ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ И КОНЕЧНЫХ
ПРОДУКТОВ ОБМЕНА ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ
БЕЛКОВ.

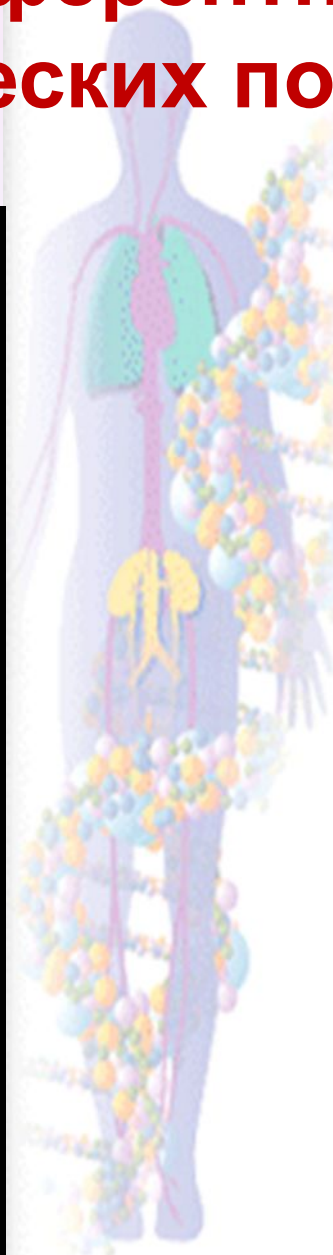
- 1) АЗОТ МОЧЕВИНЫ (50%);
- 2) АЗОТ АМИНОКИСЛОТ (25%);
- 3) НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕПТИДЫ;
- 4) КРЕАТИН;
- 5) КРЕАТИНИН;
- 6) БИЛИРУБИН;
- 7) НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ
ВЕЩЕСТВА.

БЕЗАЗОТИСТЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

1. УГЛЕВОДЫ, ЛИПИДЫ И ПРОДУКТЫ
ИХ МЕТАБОЛИЗМА (ГЛЮКОЗА, ПВК,
ЛАКТАТ, КЕТОНОВЫЕ ТЕЛА, ЖИРНЫЕ
КИСЛОТЫ, ХОЛЕСТЕРИН И ЕГО
ЭФИРЫ И ДР.);
2. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА КРОВИ.

Некоторые референтные величины биохимических показателей

Гемоглобин, г/л	120-160
Количество эритроцитов, 10^{12} /л	3,9-5,0
Общий белок, г/л	65-85
Азот аминокислот, мг%	2-4,3
Мочевина, мМ	3,9-7,1
Мочевая кислота, мкМ	149-458
Креатинин, мкМ	50-115
Глюкоза, мМ	3,3-5,5
Гликированный гемоглобин, %	3,5-7
Молочная кислота, мМ	0,9-2
Триглицериды, мМ	0,5-2,1
Общий холестерин, мМ	<5,2
ЛПВП, мМ	0,9-1,9
ЛПНП, мМ	<2,2



Железо сывороточное, мкМ	10,7 – 21,5 (ж) 14,3 – 25,0(м)
Калий (сыворотка), мМ	3,6 – 5,4
Кальций (общий), мМ	2,0 – 2,8
Магний, мМ	0,7 – 1,1
Фосфор (неорганический), мМ	0,65 – 1,29
Витамины водорастворимые:	
В1, нМ	70 – 180
В2, нМ	5 – 50
В6, нМ	20 – 125
В12, пг/ мл	210-911
Фолиевая кислота, нг/мл	5,4 – 40,0
С, мг%	0,4 – 2,0
Витамины жирорастворимые:	
А, мг/ л	0,3 – 1,2
D, нг/ мл	30 – 80
Е, мг /л	5,5 – 18,0
К, нг /л	0,1 – 2,2

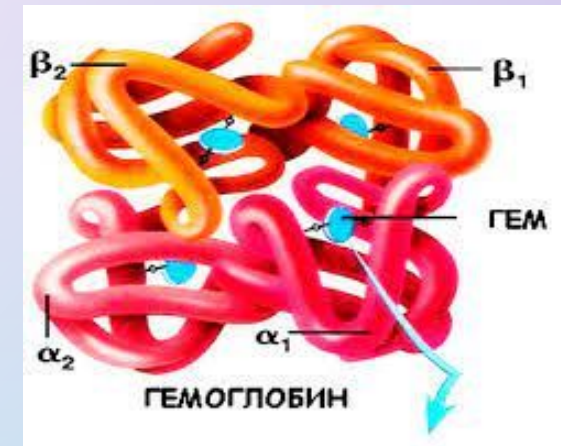


КРАСНЫЕ КЛЕТКИ (ЭРИТРОЦИТЫ)

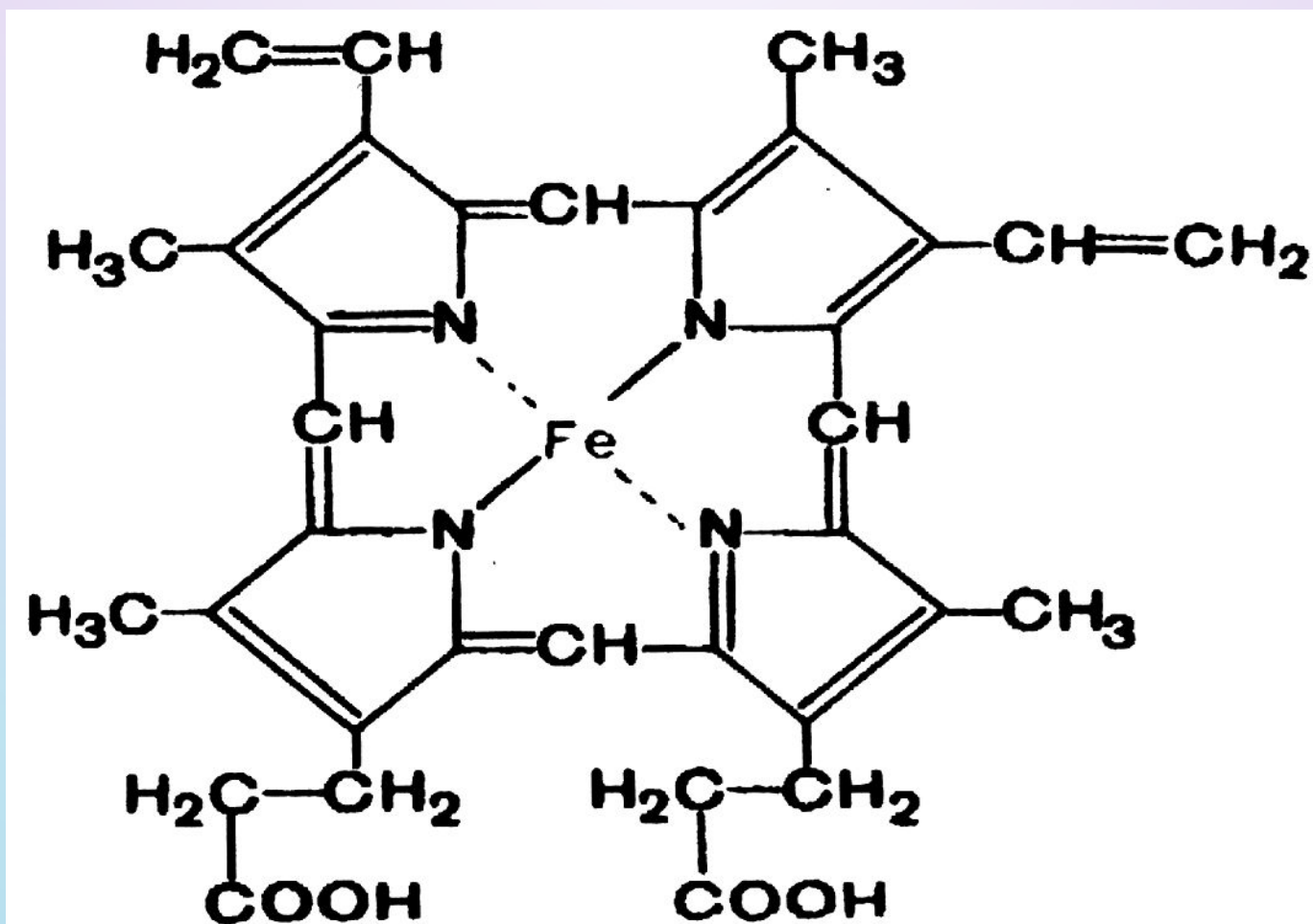
- ЭРИТРОЦИТЫ СОСТАВЛЯЮТ ОСНОВНУЮ МАССУ КЛЕТОК КРОВИ; КЛЕТКИ БЕЗ ЯДЕР, РИБОСОМ И МИТОХОНДРИЙ
- В 1 мм^3 (мкл) КРОВИ ОБЫЧНО СОДЕРЖИТСЯ 4-5 МЛН. КРАСНЫХ КЛЕТОК;
- ОБРАЗУЮТСЯ ЭРИТРОЦИТЫ В КРАСНОМ КОСТНОМ МОЗГЕ, ФУНКЦИОНИРУЮТ В КРОВЯНОМ РУСЛЕ И РАЗРУШАЮТСЯ, ГЛАВНЫМ ОБРАЗОМ, В СЕЛЕЗЕНКЕ И В ПЕЧЕНИ;
- ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ЭТИХ КЛЕТОК СОСТАВЛЯЕТ 110-120 ДНЕЙ.
- **ФОРМА ЭРИТРОЦИТА – ДВОЙКО ВОГНУТЫЙ ДИСК**



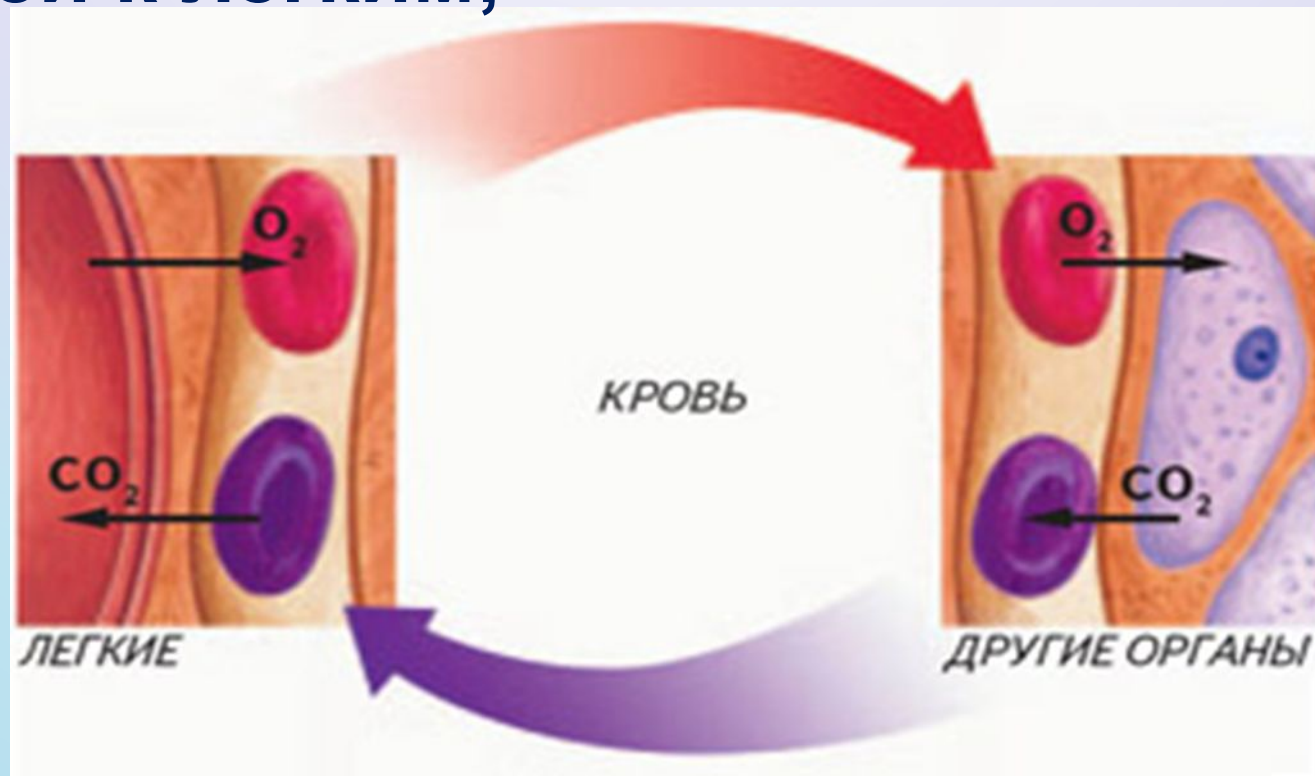
- **Основным компонентом красных клеток является белок гемоглобин;**
- **На его долю приходится 30% от массы эритроцита или 90% от сухого остатка этих клеток;**
- **По своему строению гемоглобин является хромопротеидом;**
- **Его молекула обладает четвертичной структурой и состоит из четырех субъединиц.**



- Гем представляет собою сложную циклическую структуру из четырех пиррольных колец, содержащую в центре атом двухвалентного железа (Fe^{2+}).

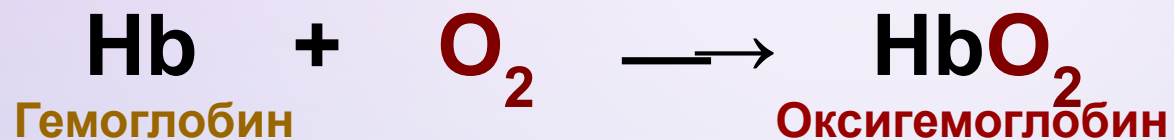


- Основная функция эритроцитов – **дыхательная;**
- С участием эритроцитов осуществляется перенос **кислорода** от легких к тканям и **углекислого газа** от тканей к легким;

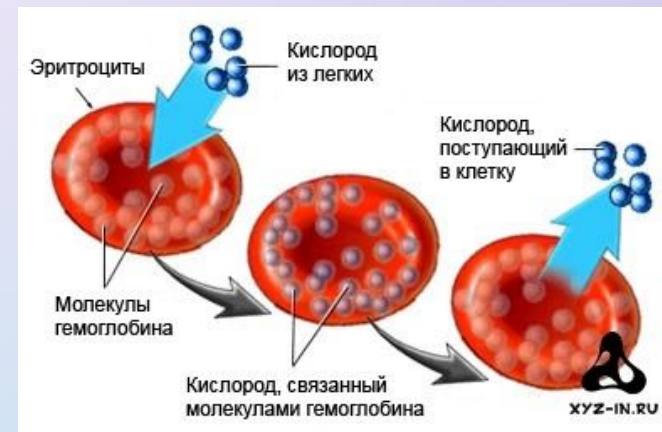


В капиллярах легких парциальное давление кислорода около 100 мм рт. ст.;

При таком давлении практически весь гемоглобин связывается с кислородом:



Образовавшийся комплекс гемоглобина с кислородом - **оксигемоглобин** с током крови переносится в органы.



При низком парциальном давлении кислорода в тканях происходит диссоциация оксигемоглобина и освободившийся кислород используется в процессе тканевого дыхания.

ПЕРЕНОС УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

- БО́ЛЬШАЯ ЧАСТЬ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПЕРЕНОСИТСЯ КРОВЬЮ В ФОРМЕ СОЛЕЙ - **БИКАРБОНАТОВ** КАЛИЯ И НАТРИЯ;
- ПРЕВРАЩЕНИЕ CO_2 В БИКАРБОНАТЫ ПРОИСХОДИТ В ЭРИТРОЦИТАХ С УЧАСТИЕМ ГЕМОГЛОБИНА;
- В ЭРИТРОЦИТАХ НАКАПЛИВАЮТСЯ БИКАРБОНАТЫ КАЛИЯ (KHCO_3), А В ПЛАЗМЕ КРОВИ - БИКАРБОНАТЫ НАТРИЯ (NaHCO_3);
- С ТОКОМ КРОВИ ОБРАЗОВАВШИЕСЯ БИКАРБОНАТЫ ПОСТУПАЮТ В ЛЕГКИЕ.

- В ЛЕГКИХ БИКАРБОНАТЫ ПРЕВРАЩАЮТСЯ С НОВА С В УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ, КОТОРЫЙ УДАЛЯЕТСЯ С ВЫДЫХАЕМЫМ ВОЗДУХОМ;
- ЭТО ПРЕВРАЩЕНИЕ ТАКЖЕ ПРОИСХОДИТ В ЭРИТРОЦИТАХ, НО УЖЕ С УЧАСТИЕМ ОКСИГЕМОГЛОБИНА.

- Биологический смысл такого механизма переноса кровью углекислого газа заключается в том, что бикарбонаты калия и натрия обладают высокой растворимостью в воде, и поэтому в эритроцитах и в плазме они могут находиться в значительно бóльших количествах по сравнению с углекислым газом;
- Небольшая часть CO_2 может переноситься кровью в растворенном виде, а также в комплексе с гемоглобином, называемым **карбгемоглобином**.
- Соединение гемоглобина с угарным газом (CO) – **карбоксигемоглобин**-стойкое соединение, приводящее к нарушению кислородтранспортной функции крови

- **ЗА СУТКИ ВЗРОСЛЫЙ ЧЕЛОВЕК, НЕ ВЫПОЛНЯЮЩИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ, ПОТРЕБЛЯЕТ РАСХОДУЕТ 400-500 Л КИСЛОРОДА;**
- **В ЭТИХ ЖЕ УСЛОВИЯХ В СУТКИ ОБРАЗУЕТСЯ И ВЫДЕЛЯЕТСЯ 350-450 Л УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА;**
- **ВЫПОЛНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИВОДИТ К ЗНАЧИТЕЛЬНОМУ УВЕЛИЧЕНИЮ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА И ВЫДЕЛЕНИЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**



БЕЛЫЕ КЛЕТКИ (ЛЕЙКОЦИТЫ)

- В отличие от красных клеток лейкоциты являются полноценными клетками с большим ядром и митохондриями, и поэтому в них протекают такие важнейшие биохимические процессы как синтез белков и тканевое дыхание;
- В состоянии покоя у здорового человека в 1 мм^3 крови содержится 6-8 тыс. лейкоцитов;
- Продолжительность жизни – 3-5 суток
- Уменьшение количества белых клеток в крови - *лейкопения*, увеличение - *лейкоцитоз*.
- При мышечной деятельности может возникнуть **миогенный лейкоцитоз**



Классификация лейкоцитов

Лейкоциты

Гранулоциты

Нейтрофилы

захватывают, убивают и переваривают микроорганизмы, бактерии

Эозинофилы

выделяют гистамин, который вовлечен в реакции воспалительного ответа

Базофилы

участвуют в разрушении паразитов и в аллергических реакциях

Моноциты

Главные «санитары организма» - удаляют обломки старых, отживших, свое клеток, и инородных элементов

Т-лимфоциты

Производят антитела

Лимфоциты

Главные клетки, опосредующими иммунный ответ.

В-лимфоциты

убивают клетки, инфицированные вирусом, и регулируют активность других лейкоцитов.

ВИДЫ ЛЕЙКОЦИТОВ

Нейтрофилы

Защищают от инфекций

Эозинофилы

Участвуют в развитии аллергических реакций

Моноциты

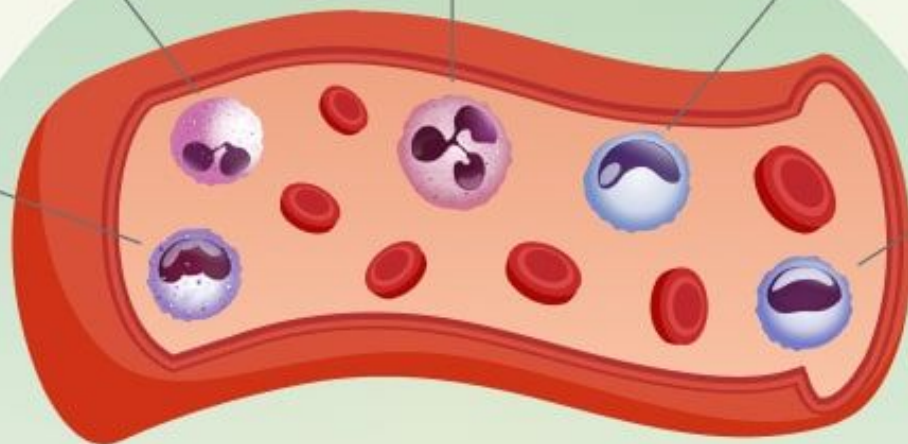
Обеспечивают фагоцитоз чужеродных микроорганизмов

Базофилы

Участвуют в аллергических и воспалительных реакциях

Лимфоциты

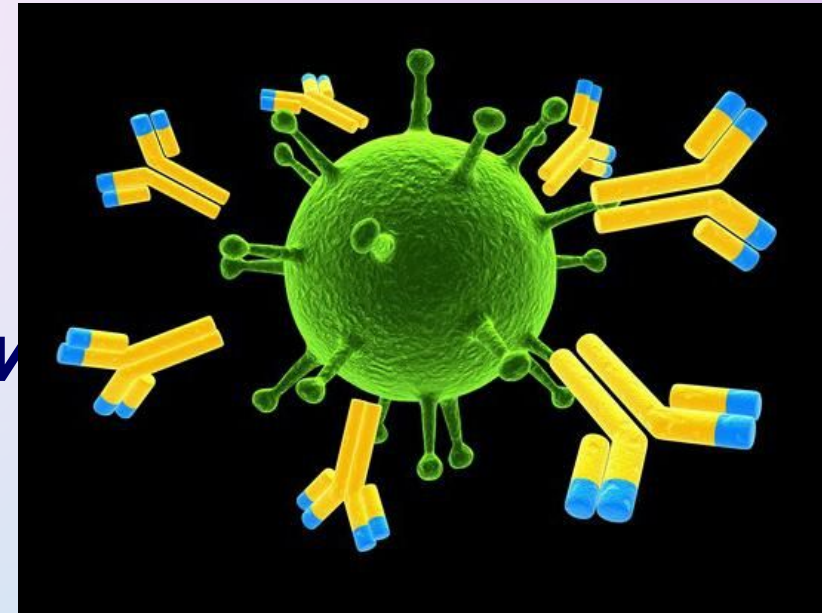
Обеспечивают адекватный иммунный ответ организма при попадании чужеродных агентов



- Любое чужеродное вещество, на которое способна реагировать иммунная система организма, обозначается термином **антиген**;
- Антигенными свойствами обладают все «чужие» белки, нуклеиновые кислоты, многие полисахариды и сложные липиды;
- Антигенами могут быть также бактериальные токсины и клетки микроорганизмов, точнее макромолекулы, входящие в их состав.



- При поступлении в кровяное русло какого-либо антигена Т клетки лимфоцитов синтезируют особые белки - **антитела** или **иммуноглобулины (G, M, A)**;
- Антитела поступают в плазму крови и связываются там с молекулой антигена;
- Образовавшийся комплекс **антиген-антитело** далее подвергается разрушению;



- **В ответ на поступления антигена антитела образуются в избыточных количествах, их значительная часть остается на длительное время в плазме крови.**
- **Регулярные занятия спортом и оздоровительной физкультурой стимулируют иммунную систему, и тем самым повышают устойчивость организма к действию неблагоприятных факторов внешней среды.**
- **Однако очень высокие физические и эмоциональные перегрузки, свойственные спорту высших достижений, оказывают на иммунитет неблагоприятное влияние;**
- **Очень опасны чрезмерные нагрузки для растущего организма;**
- **Многочисленные данные свидетельствуют, что иммунная система детей и подростков более чувствительна к таким нагрузкам.**

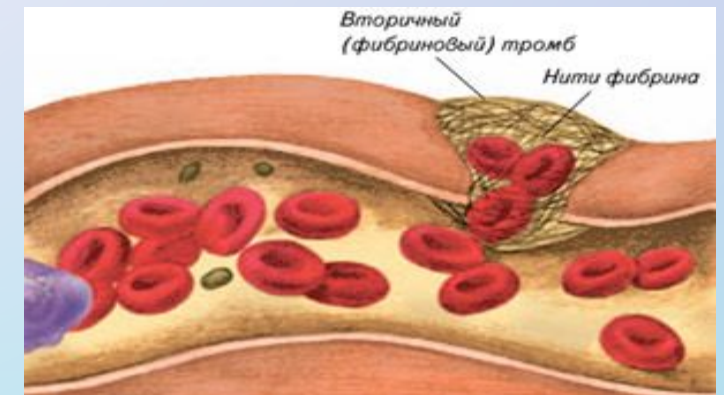
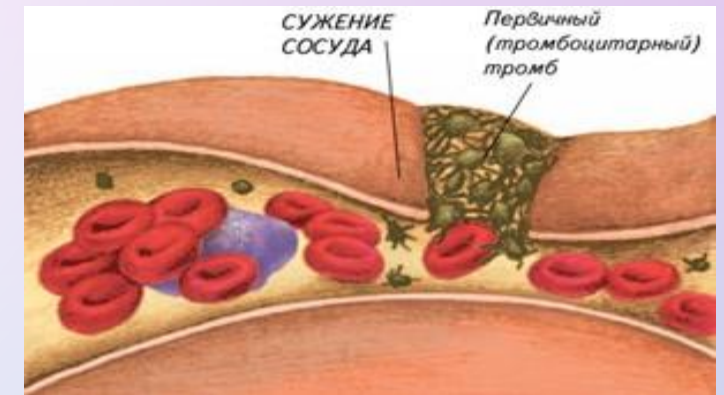
ТРОМБОЦИТЫ (КРОВЯНЫЕ ПЛАСТИНКИ):

- БЕЗЪЯДЕРНЫЕ
НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ
- СПОСОБНЫ К АГРЕГАЦИИ
- ФУНКЦИЯ –

ЗАЩИТА СОСУДОВ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЯ,
УЧАСТИЕ В СВЕРТЫВАНИИ КРОВИ

- В 1 МЛ КРОВИ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА
В СРЕДНЕМ 250 000 ТРОМБОЦИТОВ

ТЕЛЬЦА



СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ

Свертывание крови - защитная реакция организма животных и человека, предотвращающая потерю крови при нарушении целостности кровеносных сосудов.



Противосвертывающая система - ограничивает процесс свертывания только поврежденным участком кровяного русла и не допускает тотального свертывания всей крови;

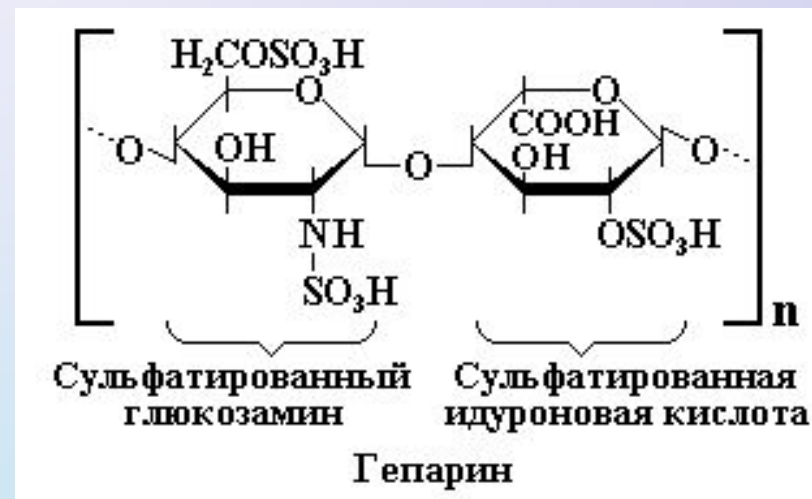
Компоненты противосвертывающей системы имеют название **антикоагулянты**:

Гепарин (антикоагулянт)

Цитрат натрия

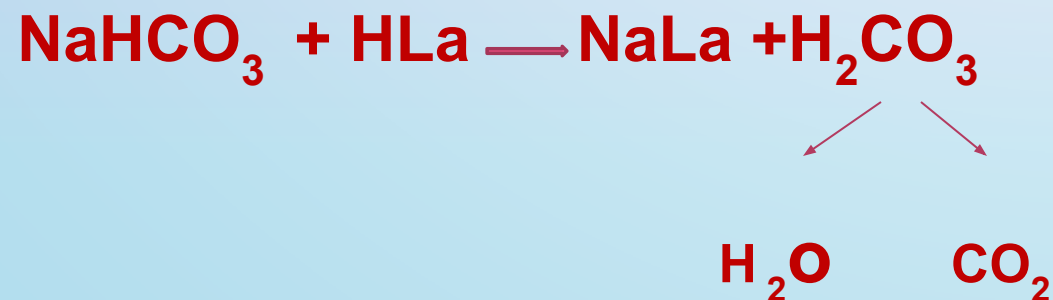
специальные белки

(антитромбин III, плазмин, активаторы плазмина)



КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ БАЛАНС КРОВИ

- В ПОКОЕ КРОВЬ ИМЕЕТ СЛАБОЩЕЛОЧНУЮ РЕАКЦИЮ: рН 7,35-7.45.
- ПОСТОЯНСТВО рН ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ БУФЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ:
СДВИГ НА 1 ЕД рН СООТВЕТСТВУЕТ ИЗМЕНЕНИЮ [H⁺] В 10 РАЗ
 - БИКАРБОНАТНЫЙ H₂CO₃/ NAHCO₃
 - ГЕМОГЛОБИНОВЫЙ
 - ФОСФАТНЫЙ NAH₂PO₄/ NA₂HPO₄
 - БЕЛКОВЫЙ



№ п/п	Показатели	Значения в системе СИ	Значения в обычно используемых единицах
<i>Основные</i>			
1	pH — артериальная кровь — венозная кровь — капиллярная кровь	7,37-7,45 7,34-7,43 7,35-7,45	33—46 мм рт. ст.
2	pCO _{2a}	4,3-6,0 кПа	
3	Стандартный бикарбонат плазмы крови (SB — Standart Bicarbonate)	22—26 ммоль/л	
4	Буферные основания капиллярной крови (BB — Buffer Base)	44—53 ммоль/л	
5	Избыток основания капиллярной крови (BE — Base Excess)	-3,4 + 2,5 ммоль/л	



КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЕ РАВНОВЕСИЕ

КЩР - определенное соотношение концентрации протонов водорода H^+ и гидроксильных анионов (OH^-) в биологических средах организма

Когда увеличивается содержание протонов водорода, говорят об ацидозе

Когда увеличивается содержание гидроксильных анионов, говорят об алкалозе



Степень тяжести	pH	BE, мэкв./л
Компенсированный	7,36-7,30	-2,3 до -5,0
Субкомпенсированный	7,29-7,21	-5,1 до -10,0
Декомпенсированный	<7,2	< -10,0