

Лекция.

Система крови:

1. Понятие о внутренней среде организма
2. Функции крови
3. Состав крови
4. Константы крови



**КРОВЬ – ЭТО ЗЕРКАЛО ЗДОРОВЬЯ
ОРГАНИЗМА**

ВНЕШНЯЯ СРЕДА

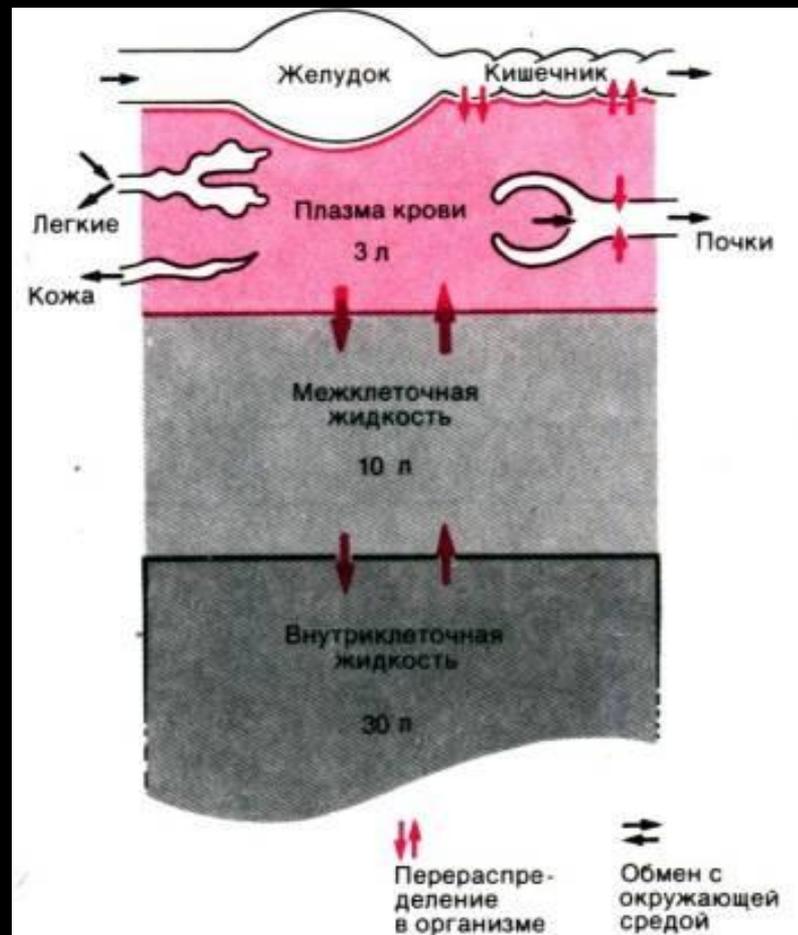


Внутренняя среда организма

Клод Бернар (1865 г.) ввел понятие о внутренней среде организма.

Внутренняя среда - комплекс жидкостей, омывающих органы и ткани: кровь, лимфа, межтканевая и цереброспинальная жидкости.

- Кровь (4-6 л или 7%), лимфа (1,5-2 л или 2,5%), межклеточная жидкость (10-11 л или 15%).
- Внутриклеточная жидкость (30л или 40%).



Гомеостаз — относительное динамическое постоянство внутренней среды организма и устойчивость физиологических функций

□ **Гомеокинез** — комплекс процессов, направленный на поддержание постоянства внутренней среды организма.

Включает совокупность гуморальных и нервных механизмов, направленных на поддержание параметров внутренней среды в рамках физиологической нормы.



Уолтер Кенон
1929 г.

КРОВЬ

- Универсальная внутренняя среда организма, не имеющая непосредственного контакта с органами и тканями организма.

Посредником выступает интерстициальная жидкость.

- Состоит из плазмы и форменных элементов.
- Является основной транспортной системой организма.

Понятие системы кровь введено в 1939 г. советским клиницистом Г.Ф. Лангом.

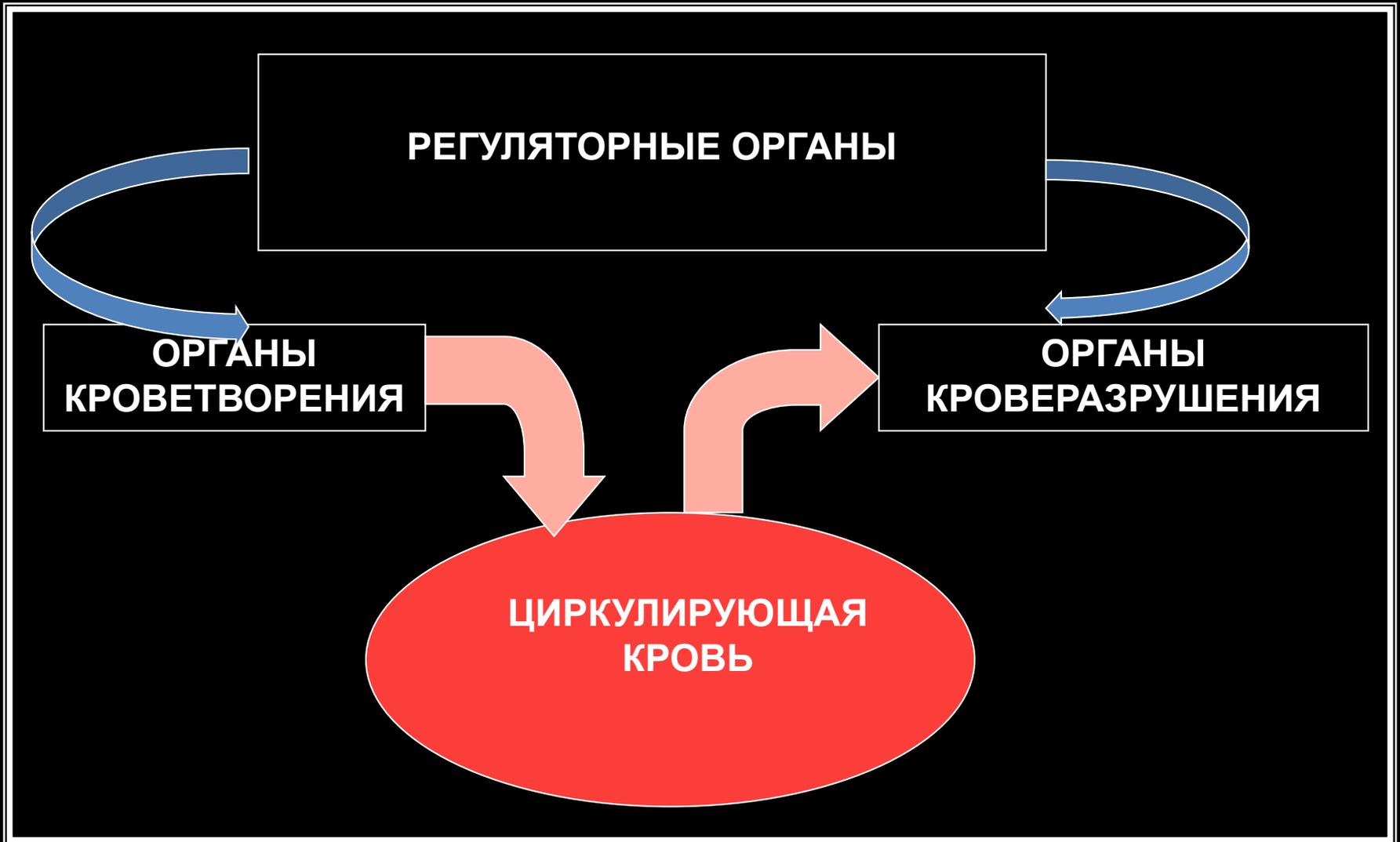
- В систему крови входят:

- 1. Периферическая кровь, циркулирующая по сосудам.
- 2. Органы кроветворения – красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка.
- 3. Органы кроверазрушения – селезенка, печень, легкие, красный костный мозг, кожа.
- 4. Регулирующий нейро-регуляторный аппарат.

- Особенности как вида ткани:

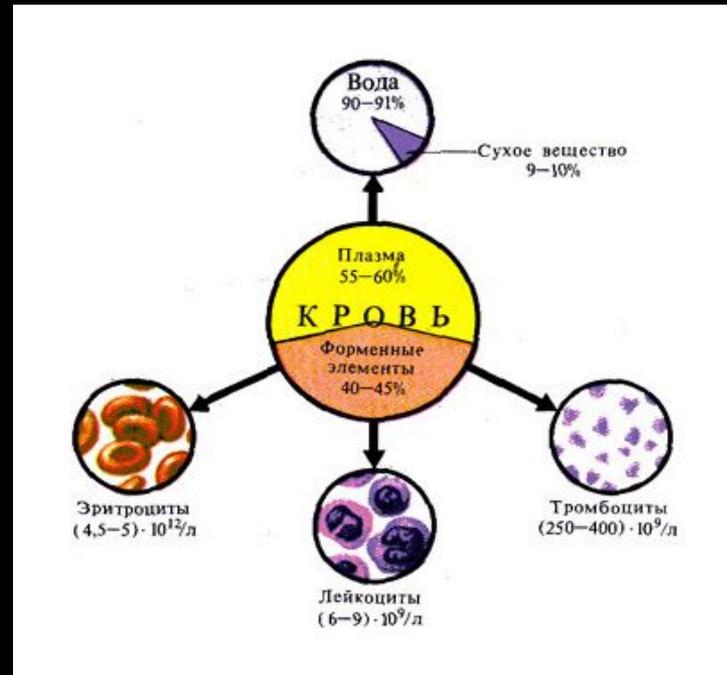
- 1. Постоянное движение.
- 2. Состоит из двух частей.
- 3. Составные части образуются вне циркулирующей крови.

СИСТЕМА КРОВИ



СОСТАВ КРОВИ:

Плазма и форменные элементы имеют различные источники регенерации. Поэтому кровь выделяют в самостоятельный вид ткани.



Функции крови:

1. Транспортная
2. Дыхательная
3. Трофическая
4. Экскреторная
5. Регуляторная
6. Защитная
7. Гемокоагуляционная
8. Терморегуляторная
9. Осуществление креаторных связей
10. Гомеостатическая

КОНСТАНТЫ КРОВИ:

- Пластичные константы крови могут варьировать в относительно широком диапазоне, без существенных последствий.
- Жесткие константы крови могут отклоняться в небольшом интервале.

Жесткие константы крови:

1. ионный состав крови,
2. осмотическое давление крови,
3. количество белков в плазме,
4. онкотическое давление,
5. рН крови.

Пластичные константы крови:

1. уровень глюкозы,
2. уровень липидов,
3. уровень остаточного азота,
4. уровень витаминов,
5. уровень некоторых гормонов,
6. объём циркулирующей крови.

Константы крови зависят:

1. от пола,
2. от возраста,
3. от условий проживания,
4. от профессии,
5. от социальных условий,
6. от времени года и суток.

Объем циркулирующей крови (ОЦК)

У взрослого человека – около 6-8% веса тела:

У новорожденного – 15 %

У годовалого ребенка – 11 %

ОЦК составляет 50-55 % от общего количества крови

Остальные 45-50 % крови депонированы (в основном в виде суспензии эритроцитов): в печени – до 20 %, в селезенке – до 16 %, в коже – до 10 %

ОЦК = 50-55 % - нормоволемия,

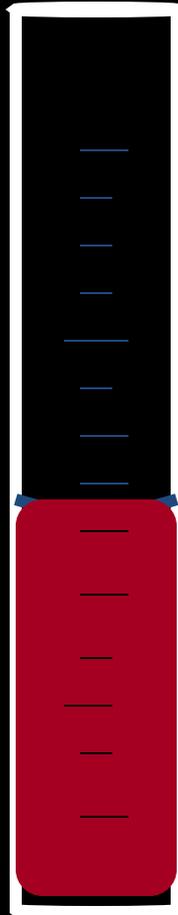
ОЦК - больше 55 % - гиперволемия,

ОЦК - меньше 50 % - гиповолемия

ГЕМАТОКРИТ

У мужчин: 44 - 48 %

У женщин: 41 - 45 %



ГЕМАТОКРИТ – часть объема крови, приходящаяся на ФЭК. Выражается в объемных процентах.

Гематокрит зависит от:

1. от возраста (у новорожденного – 42-60 %, у годовалого ребенка 30-40 %).
2. От места проживания (в высокогорье - выше).
3. От пола.
4. От количества депонированной крови.

Удельный вес (плотность) крови

- Складывается из удельного веса плазмы (белки) и удельного веса ФЭК.

Плотность крови у человека – 1,052/1,064 г/мл.

Она зависит от:

- Количества эритроцитов
- Содержания гемоглобина в них
- Составы плазмы

У мужчин плотность выше, чем у женщин.

При тяжелой мышечной работе, в связи с обильным потоотделением, - вязкость возрастает, увеличивается удельный вес.

ВЯЗКОСТЬ

- Это способность оказывать сопротивление течению жидкости при перемещении частиц относительно друг друга, за счет внутреннего трения.
- Вязкость воды – 1
цельной крови – 5
плазмы – 1,9
- Вязкость возрастает при увеличении в крови количества эритроцитов или белков.
- Вязкость непосредственно влияет на величину АД. При увеличении вязкости крови, растет сопротивление кровотоку, и как следствие- возрастает АД и нагрузка на сердце.

Осмотическое давление

Это сила движения растворителя через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный

- Осмотическое давление зависит от концентрации в плазме крови растворенных в ней органических и неорганических веществ (электролитов).
- На долю электролитов приходится 90% всего осмотического давления, причем, 60% - на долю NaCl.
- Таким образом, осмотическое давление определяет распределение воды между клетками тканей и межклеточной жидкостью.

В. Ионный состав жидкостей тела

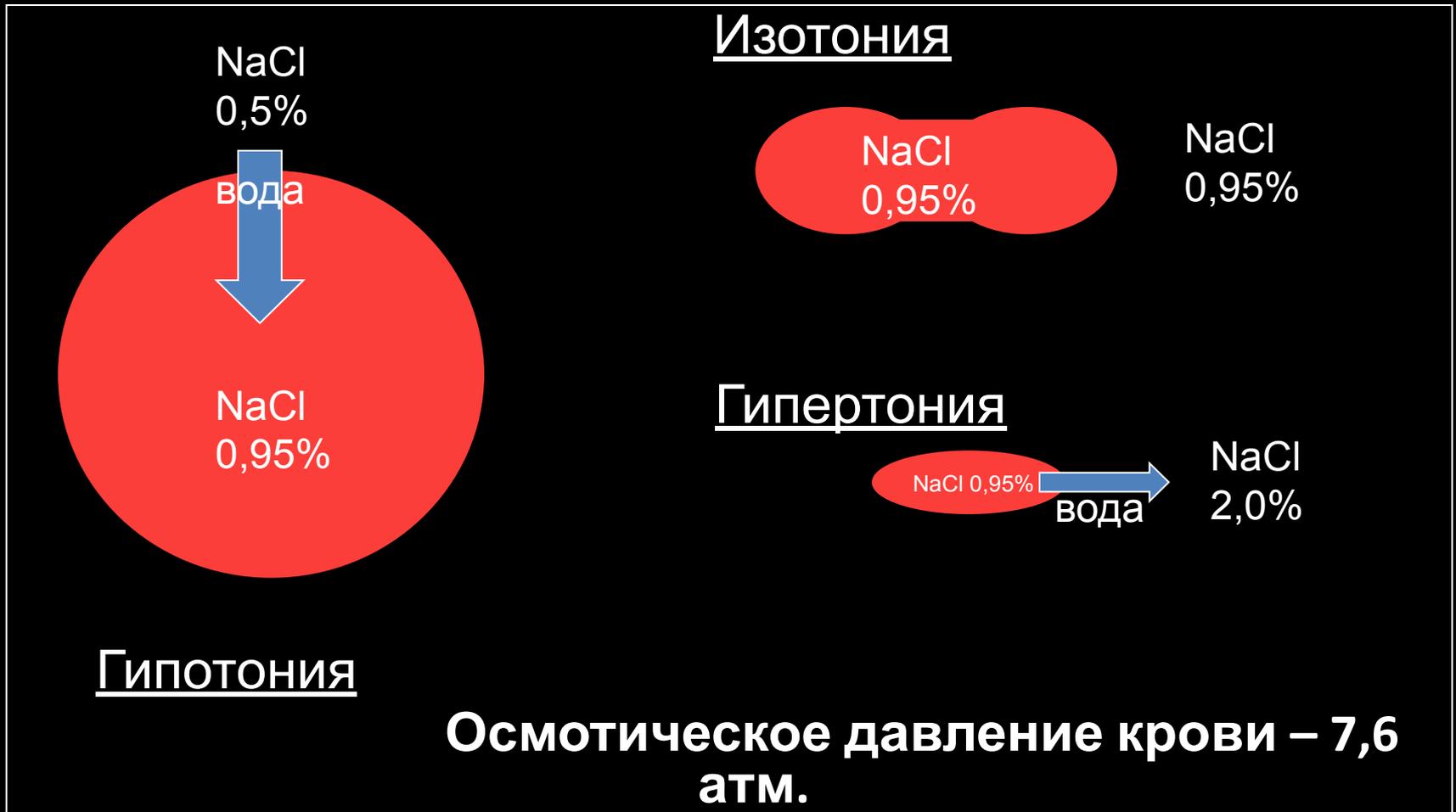


		ммоль/л			
		Плазма	Сыворотка	Межклеточная жидкость	Цитоплазма
КАТИОНЫ	Na ⁺	142	153	145	примерно 12
	K ⁺	4,3	4,6	4,4	примерно 140
	свободный Ca ²⁺	2,6 (1,3*)	2,8 (1,3)	2,5 (1,5)	< 0,001
	свободный Mg ²⁺	1,0 (0,5**)	1,0 (0,5)	0,9 (0,45)	1,6
	сумма	150	162	153	примерно 152
АНИОНЫ	Cl ⁻	104	112	117	примерно 3
	HCO ₃ ⁻	24	36	27	10
	неорганический фосфат	2	2,2	2,3	примерно 30
	белки	14	15	0,4	примерно 54
	др.	5,9	6,3	6,2	примерно 54
	сумма	150	162	153	примерно 152

* общая концентрация Ca в плазме 2,5 ммоль/л; ** общая концентрация Mg в плазме 0,9 ммоль/л

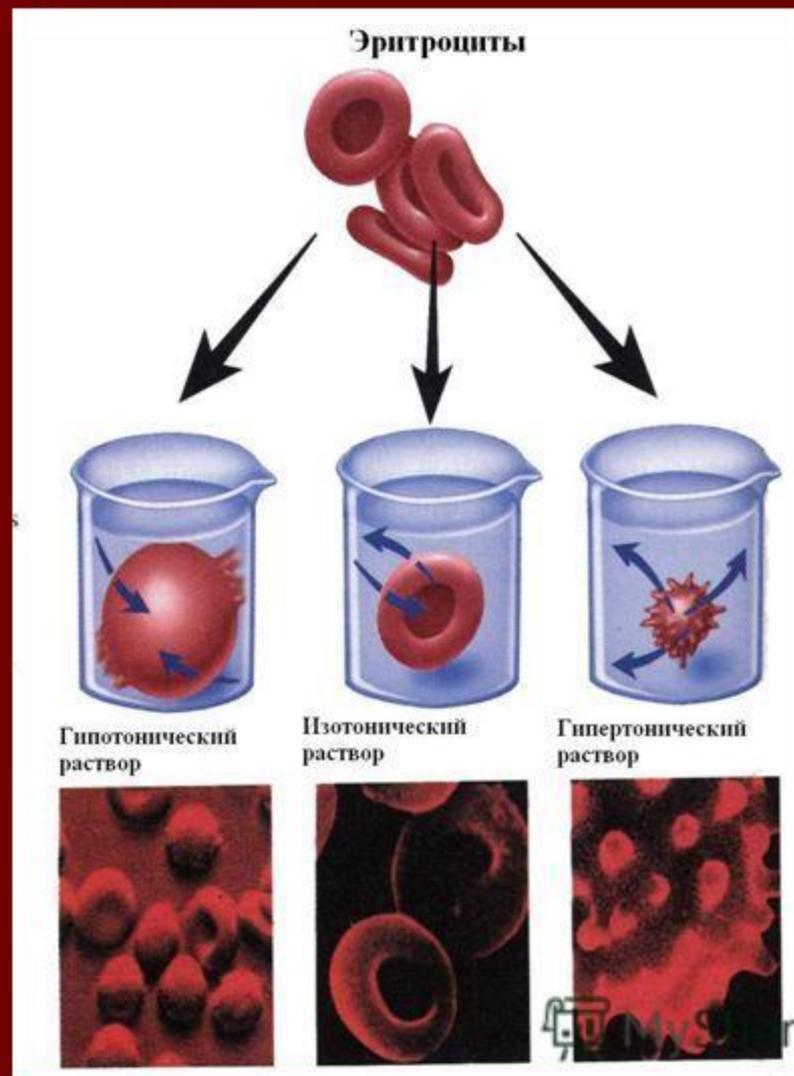
Ионы	Плазма крови		Интерстициальная жидкость		Внутриклеточная жидкость	
	ммоль/л	мЭКВ/л	ммоль/л	мЭКВ/л	ммоль/л	мЭКВ/л
Катионы:						
Na ⁺	142	142	142	142	10	10
	(135–145)	(135–145)				
K ⁺	4	4	4	4	160	160
	(3,6–5,2)	(3,6–5,2)				
Ca ²⁺	2,5	5	2,5	5	1	2
Mg ²⁺	1,5	3	1,5	3	13	26
Всего	150	154	150	154	184	198
Анионы:						
Cl ⁻	103	103	114	114	3	3
	(96–106)	(96–106)				
HCO ₃ ⁻	27	27	28	28	11	11
HPO ₄ ²⁻	1	2	1	2	50	100
SO ₄ ²⁻	0,5	1	0,5	1	10	20

Осмотические свойства крови



Осмотическая резистентность эритроцитов

- Минимальная осмотическая резистентность эритроцитов свежей крови наблюдается в 0,50-0,45% NaCl, максимальная - в 0,34-0,32% NaCl



Онкотическое давление

- Это осмотическое давление, создаваемое белками.

Оно составляет около 4 % от осмотического давления и равно 0,02-0,04 атм.

Самый большой вклад в создание онкотического давления вносят альбумины (80 %).

Онкотическое давление отвечает за перераспределение жидкости между кровью и тканями.

pH - крови

- Водородный показатель или pH – от англ. power Hydrogen (сила водорода).
- pH - это отрицательный десятичный логарифм молярной $[H^+]$ в среде.
- Данный показатель оценивает активную реакцию крови.
- Является жесткой константой, т.к. все биохимические реакции контролируются ферментами, являющимися белками.

В свою очередь третичная и четвертичная конфигурация белков зависит от pH.

□ Кровь имеет слабо щелочную реакцию:

артериальная – 7,4

венозная - 7,35

- Внутриклеточная рН – 6,8-7,1.
- Длительное смещение рН на 0,1-0,2 может привести к гибели организма, так как нарушается метаболизм.

Имеется три главных пути стабилизации рН:

1. Буферные системы внутренней среды и тканей.
2. Выделение CO_2 легкими.
3. Выделение кислых и щелочных продуктов почками и потовыми железами.

БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ КРОВИ

- Гемоглобиновый буфер ($K \cdot HbO_2 / H \cdot Hb$)
- Бикарбонатный буфер ($NaHCO_3 / H_2CO_3$)
- Фосфатный буфер (Na_2HPO_4 / NaH_2PO_4)
- Белковый буфер (альбумины плазмы)

Гемоглобиновая буферная система

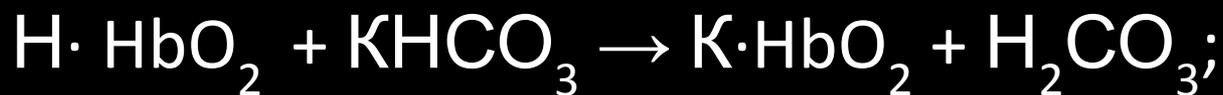
- самая мощная буферная система крови (75% буферной емкости крови).

Она состоит из:

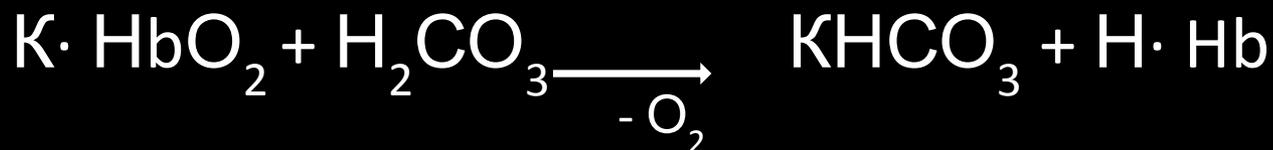
H·HbH - слабая кислота

K·HbO₂ – сильная кислота

В малом круге:



В большом круге:



Карбонатная буферная система

по своей мощности занимает второе место.

Она состоит из:

H_2CO_3 - слабая кислота,

NaHCO_3 – нейтральная соль

NaHCO_3 легко диссоциирует на ионы Na^+ и HCO_3^- .

При поступлении в кровь сильной кислоты:



При поступлении в кровь оснований:



Фосфатная буферная система

СОСТОИТ ИЗ:

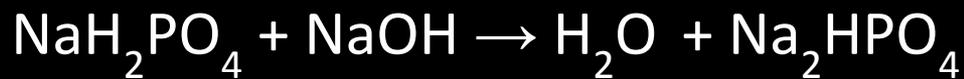
NaH_2PO_4 – слабая кислота,

Na_2HPO_4 – слабая щелочь

При поступлении в кровь сильной кислоты:



При поступлении в кровь оснований:



Избыток NaH_2PO_4 и Na_2HPO_4 выводится почками.

Белковая буферная система

Белки плазмы крови играют роль буфера, так как обладают амфотерными свойствами: в кислой среде ведут себя как основания, а в основной – как кислоты.

Щелочной резерв

- это основные соли слабых кислот, содержащихся в крови.

Ёмкость щелочного резерва измеряют количеством CO_2 (мл), которое может быть связано 100 мл крови, при напряжении CO_2 в плазме 40 мм рт.ст.

Сдвиги рН крови

Сдвиг активной реакции в кислую сторону называют ацидозом, в щелочную – алкалозом.

Различают ацидоз и алкалоз:

1. респираторный,
2. нереспираторный,
 - а) выделительный
 - б) метаболический
3. смешанный (наблюдается при сочетании двух или нескольких форм ацидоза и алкалоза).

Оценка кислотно-щелочного равновесия

Включает измерение ряда показателей:

pH

P_{CO_2}

Количество буферных оснований

Стандартный бикарбонат (содержание бикарбонатов в крови).

Выяснение причины нарушения
кислотно-щелочного равновесия
позволяет выбрать правильный
подход к лечению.

Респираторый сдвиг

Ацидоз	Алкалоз
<ul style="list-style-type: none">- при гиперкапнии (увеличение CO_2 в крови),- при нарушении внешнего дыхания,- при высокой концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе.	<ul style="list-style-type: none">- при чрезмерном выведении CO_2 из легких (при хирургическом вмешательстве),- во всех случаях гипервентиляции легких.

Нереспираторый сдвиг

Ацидоз	Алкалоз
<p>1. <u>выделительный</u></p> <ul style="list-style-type: none">- при потере организмом значительного количества оснований,- при нарушении выведения нелетучий кислот <p>Если нарушения со стороны почек - почечный ацидоз, если со стороны ЖКТ – гастроэнтеральный ацидоз</p> <p>2. <u>метаболический</u></p> <ul style="list-style-type: none">- при нарушении обмена веществ	<p>1. <u>выделительный</u></p> <ul style="list-style-type: none">-при задержке организмом значительного количества оснований (при кишечной непроходимости),- при увеличении выведения нелетучих кислот (при неукротимой рвоте),- при нарушении выведения почками Na <p>Если нарушения со стороны почек - почечный алкалоз, если со стороны ЖКТ – гастроэнтеральный алкалоз</p> <p>2. <u>метаболический</u></p> <ul style="list-style-type: none">- при нарушении обмена веществ

КОМПЕНСАЦИИ

Нереспираторные нарушения компенсируются через изменение функционирования респираторной системы:

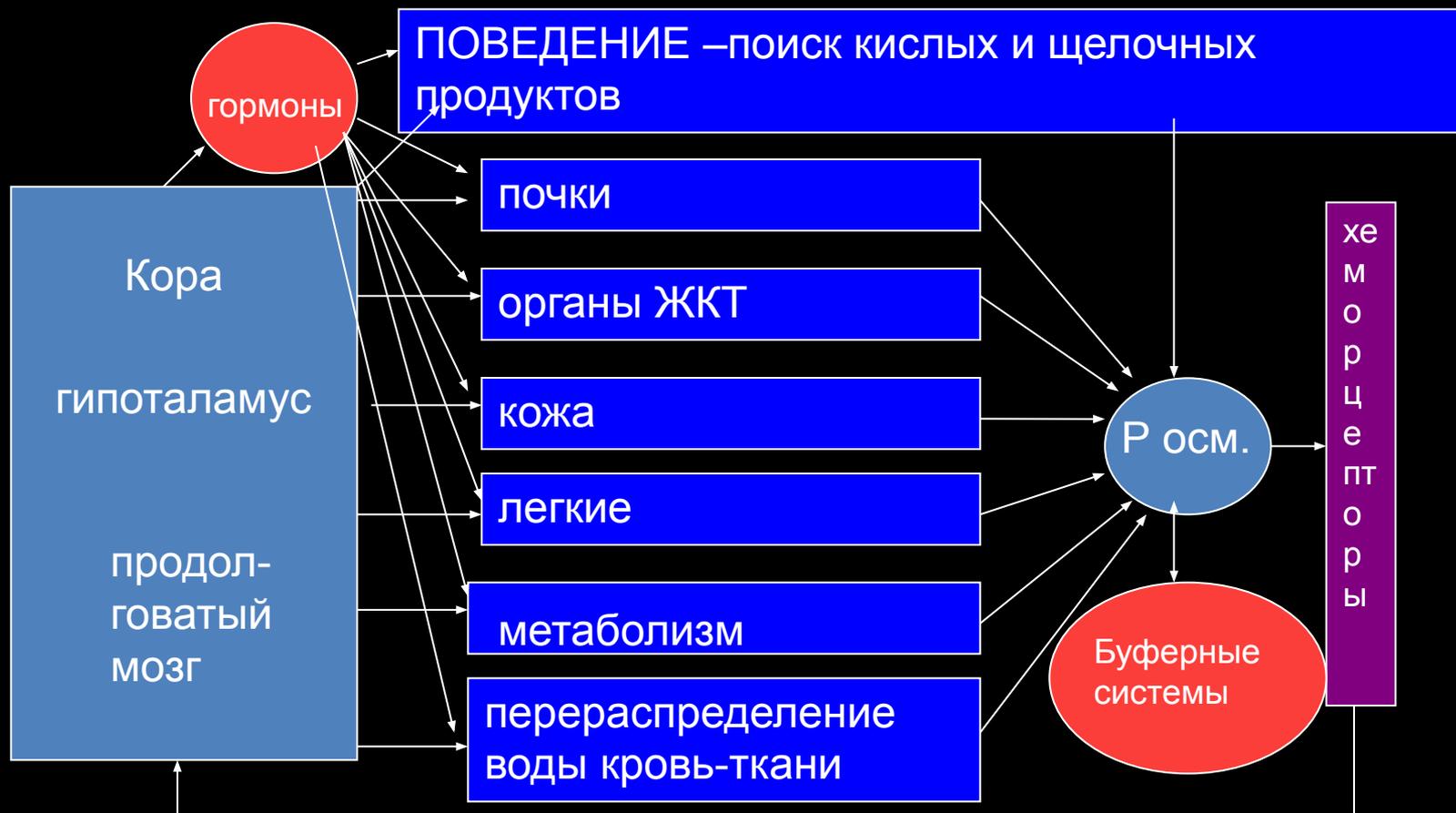
- при ацидозе – гипервентиляция → уменьшение PCO_2 → нормализация pH
- при алкалозе – гиповентиляция → увеличение PCO_2 → нормализация pH

Респираторные сдвиги компенсируется через почечные механизмы, изменяющие экскрецию H^+ или HCO_3^-

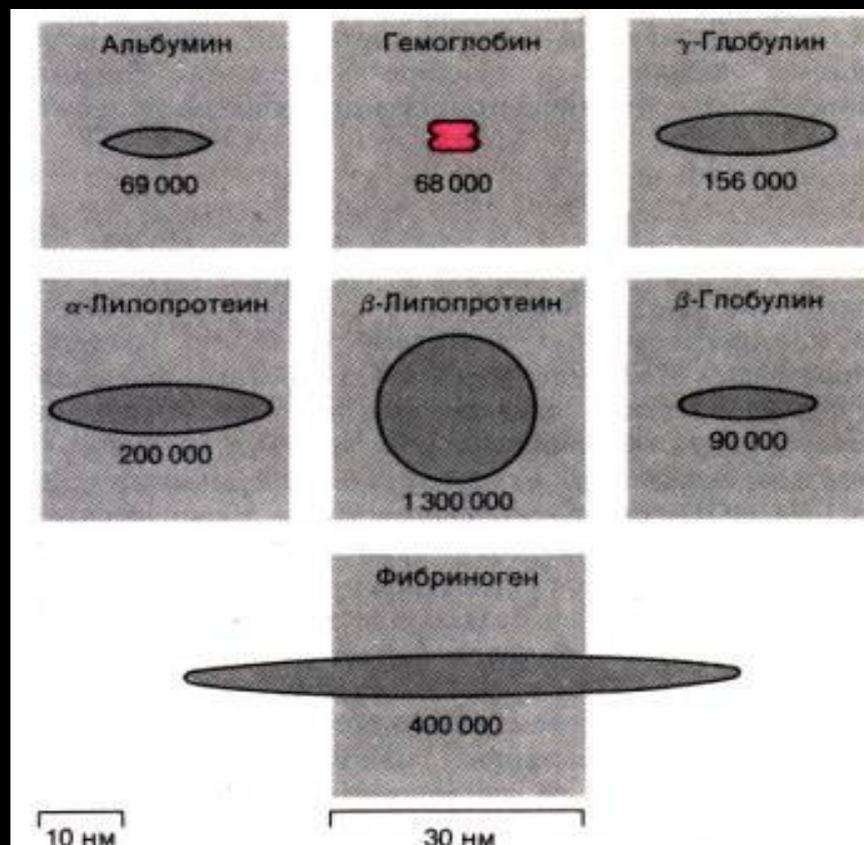
- при ацидозе – задержка оснований → нормализация pH
- при алкалозе – выведение оснований → нормализация pH

Если происходит полная компенсация уровня pH, то – компенсированный ацидоз и алкалоз, если не полностью – то частично компенсированный ацидоз и алкалоз.

Функциональная система поддержания рН



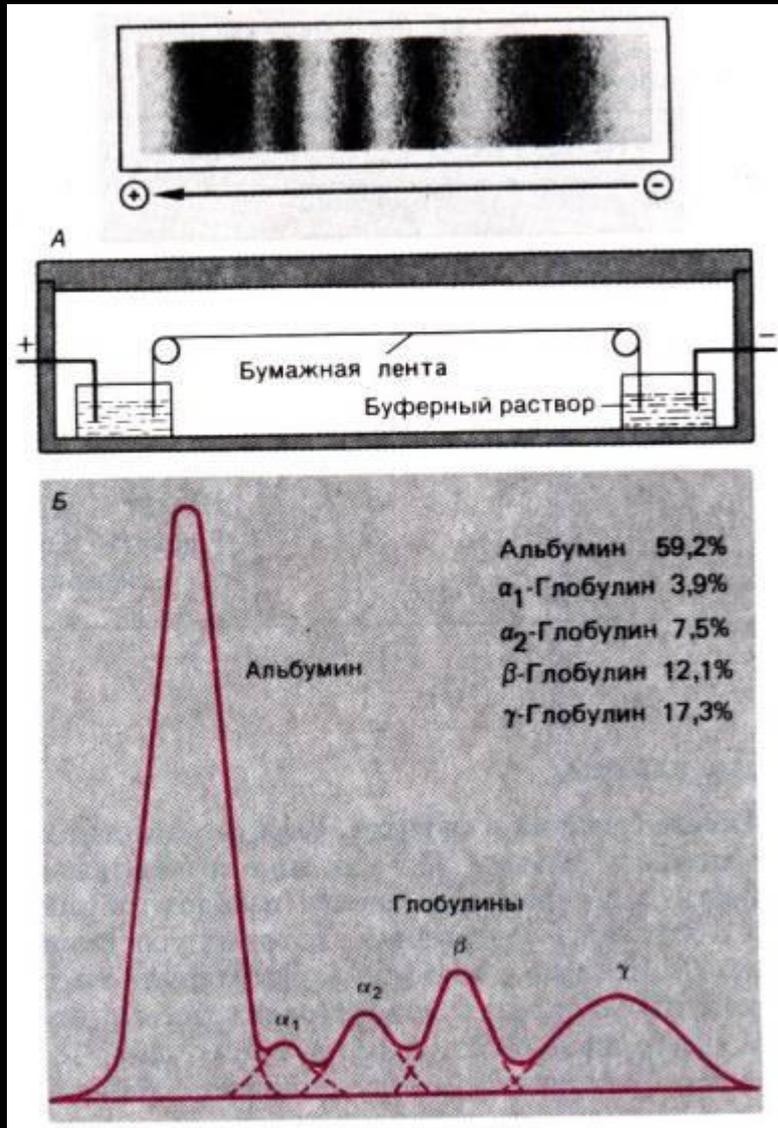
Белки плазмы крови



ФУНКЦИИ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ

- Обеспечение вязкости крови (АД, АСК)
- Обеспечение онкотического давления
- Транспорт жиров, гормонов, металлов
- Обеспечение буферных свойств
- Нутритивная функция
- Гемостатическая функция
- Иммунологическая функция
- Ферментативно-метаболическая

Электрофореграмма сыворотки крови человека.



А. Схема прибора для электрофореза на бумаге

Окрашенные полосы на бумажной ленте (Б) соответствуют зубцам на фотометрической кривой, отражающим указанное процентное содержание фракций разных белков.

БЕЛКИ ПЛАЗМЫ

Белки	Концентрация г/л	Основные функции
Альбумин	35-40	Онкотическое давление, транспорт Ca^{2+} , жирных кислот и других липофильных веществ
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

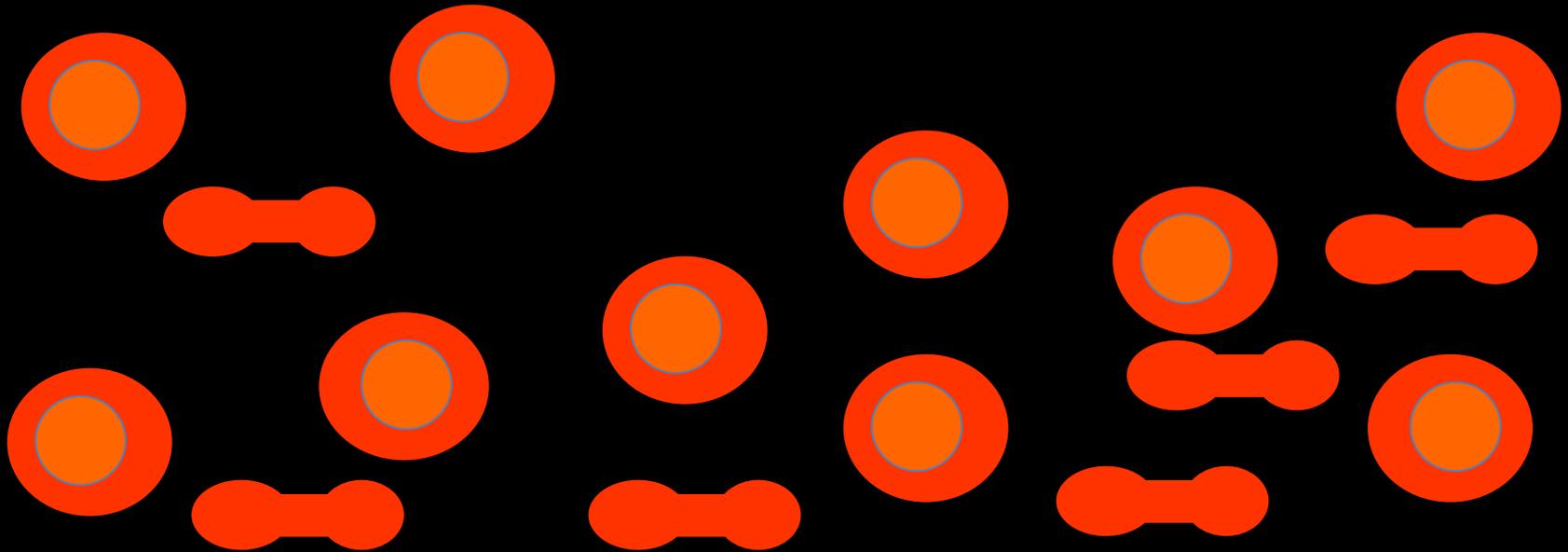
Иммунологическая функция белков

(γ -глобулины, иммуноглобулины, антитела):

- Ig G - составляет основное количество сывороточных иммуноглобулинов (~80%; 9-18 г/л). Связывают токсины, усиливают фагоцитарную активность, вызывают агглютинацию бактерий и вирусов, активируют систему комплемент. Единственный класс Ig способный проникать через плаценту, обеспечивая пассивный иммунитет плода, а т.ж. отвечает за Резус-конфликт.
- Ig M – синтезируются в первую очередь при первичном иммунном ответе. Определяют ответ на кишечные инфекции, принадлежность к группе крови (α и β -агглютинины). Принимают участие в нейтрализации токсинов, опсонизации, агглютинации. К этому классу относится большая часть нормальных антител.

- **Ig A** – Делятся на 2 разновидности сывороточные и секреторные. Сывороточные находятся в крови, секреторные – в слизистых секретах (пищеварительная система, дыхательная система, мочеполовая и т.д.). Нейтрализуют токсины, вирусы, микроорганизмы. Концентрация сывороточных Ig A – 1,5-4,5 г/л.
- **Ig E** – Их мишенью являются базофилы и тучные клетки. Образующиеся с их участием иммунокомплексы, вызывают дегрануляцию этих клеток. Их содержание возрастает при аллергических заболеваниях (бронхиальная астма, вазомоторный ринит, гельминтозы и т.д.).
- **Ig D** – Представляют собой антитела, локализирующиеся на мембране плазматических клеток. Предполагают их участие в аутоиммунных процессах.

ЭРИТРОЦИТЫ И ИХ ФУНКЦИИ



ФУНКЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ

- **Транспортная:** дыхательная (перенос O_2 и CO_2) - перенос аминокислот, полипептидов, белков, углеводов, жиров, ферментов, гормонов, биологически активных веществ и микроэлементов.
- **Защитная:** участие в иммунитете и гемостазе.
- **Регуляторная:** участие в регуляции pH и водно-солевом обмене.

Периферическая кровь

Количество эритроцитов

Количество ретикулоцитов:

Количество гемоглобина:

Изменение состава красной крови под влиянием различных факторов:

- 1. Сезонные и климатические факторы.**
- 2. Нервно-психические факторы.**
- 3. Физическая нагрузка.**
- 4. Влияние парциального давления кислорода.**
- 5. Влияние менструаций и беременности.**

- **ЭРИТРОЦИТОЗ** - увеличение количества эритроцитов.

Физиологический эритроцитоз - при стрессе и высотной гипоксии.

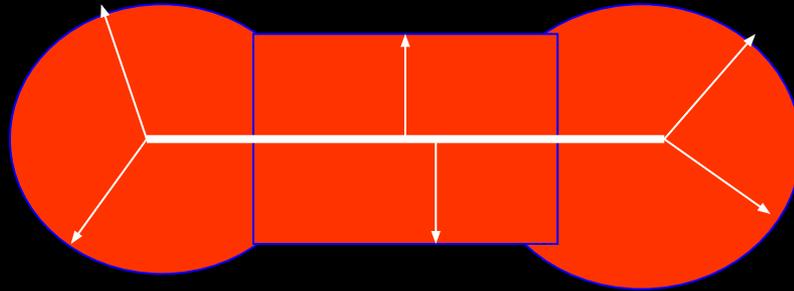
- **ЭРИТРОПЕНИЯ** - уменьшение количества эритроцитов, бывает при беременности, частый спутник анемии.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА КРАСНОЙ КРОВИ:

Ложный эритроцитоз или *эритропения* чаще возникают за счет перераспределения жидкости в системе кровь – ткани или выброса клеток из кровяных депо.

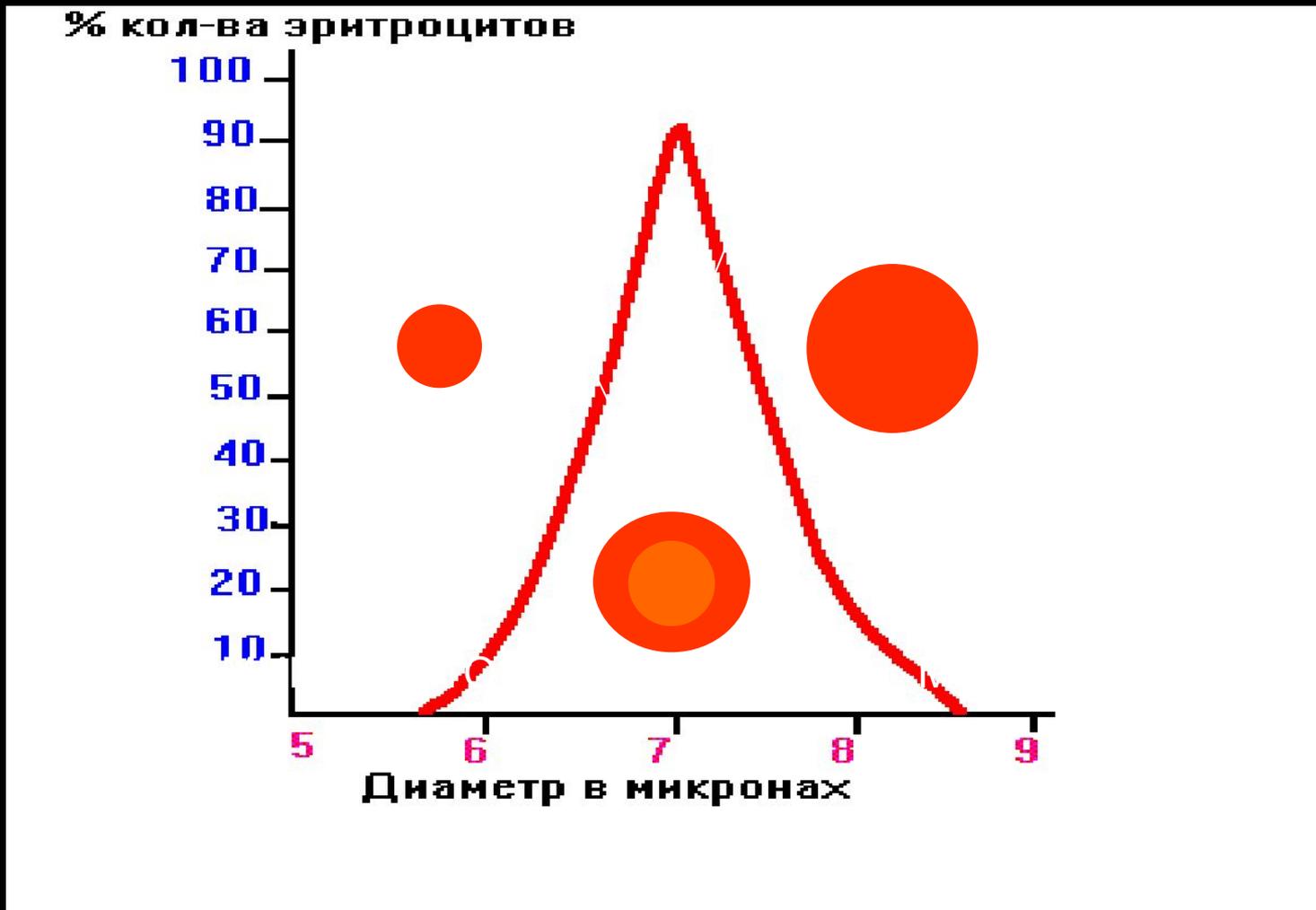
Истинный эритроцитоз или *эритропения* – возникают в результате изменения функций органов кроветворения или кроверазрушения.

СТРОЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ ЭРИТРОЦИТОВ



- Диаметр - 7,8 мкм
- Толщина(тонкая часть) - 0,81 мкм
- Толщина(толстая часть) - 2,6 мкм
- Площадь поверхности - 135 мкм²
- Объем - 90 мкм³
- Белки цитоплазмы - 95% гемоглобин
- Продолжительность жизни - 60-120 сут.

Эритроцитометрическая кривая Прайс-Джонса



ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

□ Отсутствие ядра - обеспечивает оптимальное размещение гемоглобина внутри эритроцита.

□ Двояковогнутая (гантелеобразная) дисковидная форма создает: условия для равномерного достижения кислородом Hb с разных точек поверхности; увеличивает площадь поверхности, при взаимодействии с газами и веществами плазмы, увеличивает способность к обратимой деформации при прохождении через узкие и изогнутые капилляры.

□ Отсутствие митохондрий также способствует созданию оптимальных условий для размещения Hb и обеспечивает максимальную сохранность запаса кислорода Hb. В связи с этим же метаболизм у эритроцитов - анаэробного типа.

□ Гликопротеиды мембраны содержат высокое количество сиаловых кислот, что обеспечивает электроотрицательный заряд эритроцитов и их взаимное отталкивание друг от друга и от стенки сосудов.

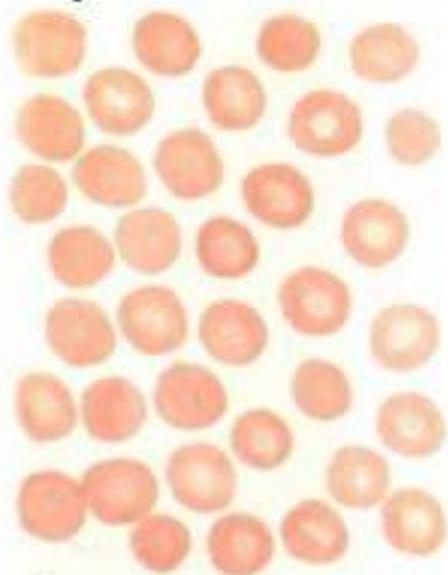
ГЕМОЛИЗ

Внутрисосудистый (10-20% эритроцитов)	Внесосудистый (80-90% эритроцитов)
<p>содержимое клетки выходит в плазму; димеры Hb связываются гаптоглобином и транспортируются в печень для разрушения.</p>	<p>эритроциты захватываются макрофагами селезенки, купферовскими клетками, макрофагами костного мозга. За сутки утилизируется 6-8 г гемоглобина. Гем превращается в желчный фермент билирубин.</p>

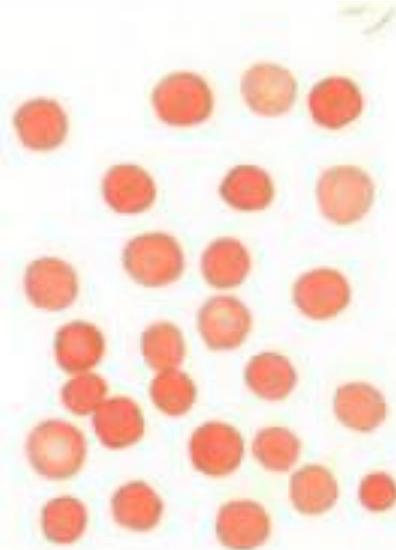
Гемолиз

1. Осмотический гемолиз
2. Биологический гемолиз
3. Механический гемолиз
4. Термический гемолиз
5. Иммунный гемолиз

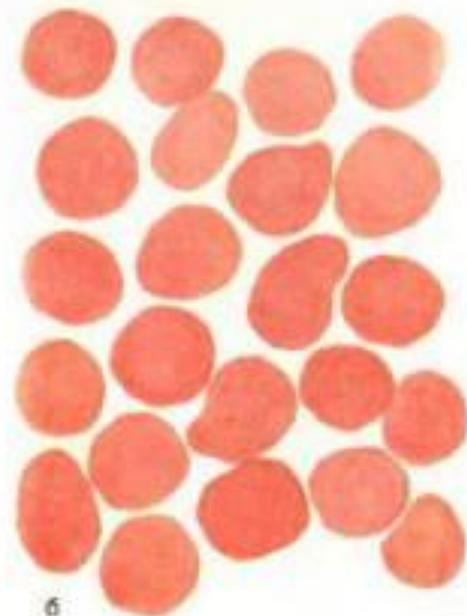
Нормальные и патологические эритроциты



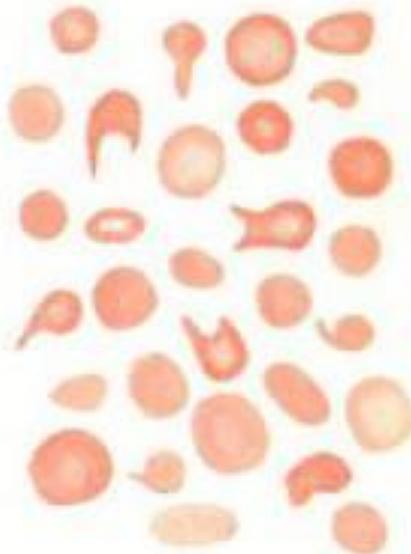
а



б



в



г

а – нормальные эритроциты
б – мегалоциты
в – микросфероциты
г – пойкилоциты, анизоциты, макроциты, микроциты,

Гемоглобин

Практически весь объём эритроцита (95%)
заполняет дыхательный белок —
гемоглобин (Hb).

Функции Hb:

1. дыхательная
2. буферная
3. поддержание пластичности эритроцита

Содержание Hb

Идеальным является содержание Hb – 167
г/л – 100%

У мужчин – 145-150 г/л,

У женщин – 120-140 г/л,

У новорожденных – 180-210 г/л

Типы гемоглобина

1. Эмбриональный Hb (HbP) появляются у 19-дневного эмбриона, присутствуют в эритроидных клетках в первые 3–6 мес. беременности.
2. Фетальный Hb (HbF — $\alpha_2\gamma_2$) появляется на 8–36 недель беременности и составляет 90–95% всего Hb плода. После рождения его количество постепенно снижается и к 8 мес. составляет 1%.
3. Дефинитивный Hb — Hb A взрослого человека (96–98%).
HbA₂ (минорный Hb - $\alpha_2\delta_2$) — 1,5-2%,

Разные типы Hb отличаются не только строением, но и сродством к кислороду:

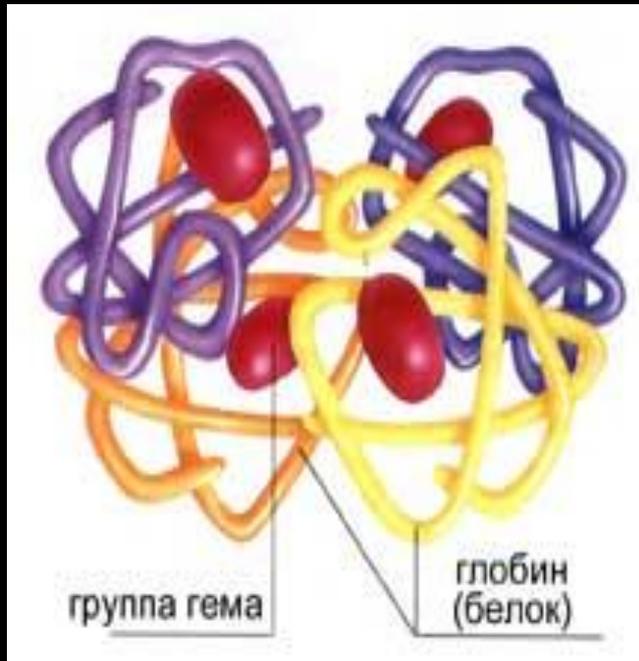


Соединения гемоглобина

1. Восстановленный Нб (НбН) образуется после диссоциации HbO_2 , поэтому его называют дезоксигенированным Нб.
2. Оксигемоглобин (HbO_2) легко диссоциирует, а HbO_2 становится дезоксигенированным Нб. Для ассоциации и диссоциации O_2 необходимо, чтобы атом железа гема был в восстановленном состоянии (Fe^{2+}).
3. Карбаминогемоглобин (карбгемоглобин) – соединение гемоглобина с CO_2

4. Карбоксигемоглобин – соединение гемоглобина с СО. Сродство Нб к СО примерно в 200 раз выше, чем к O_2 , поэтому соединение с ним необратимо.
5. Гликолизированный Нб (HbA_1C) — HbA_1 , модифицированный ковалентным присоединением к нему глюкозы (норма HbA_1C 4–5,9%). Этот Нб имеет худшее сродство к кислороду, чем обычный Нб. (один из первых признаков сахарного диабета -увеличение в 2–3 раза HbA_1C).

Строение гемоглобина



Строение гема

Гемоглобин относится к классу белков–хромопротеинов. Его молекула состоит из четырех полипептидных цепей (2 α и 2 β), с каждой из которых нековалентно связана особая пигментная группа – гем.

Молекулярная масса гемоглобина составляет около 64 500, а каждой из его субъединиц –16 000.

Строение гема

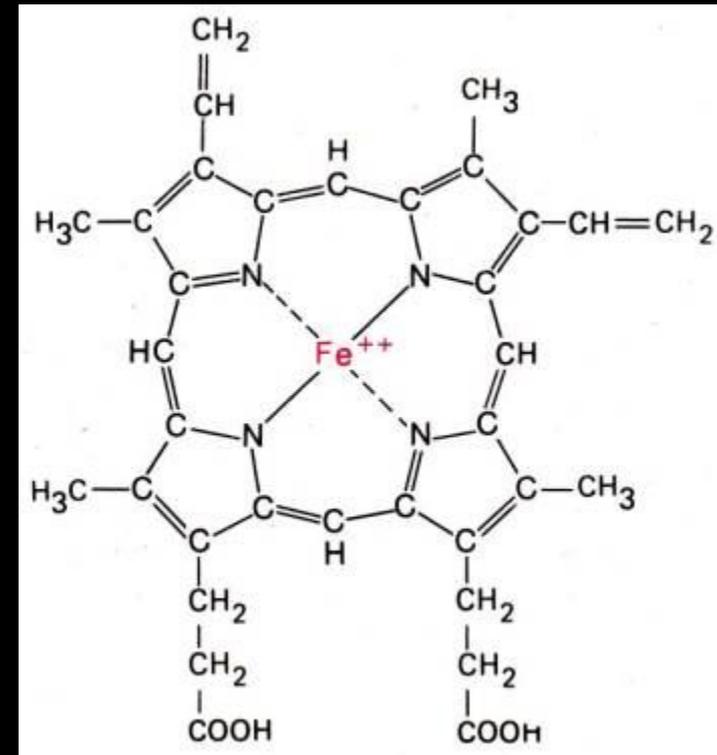
В состав молекулы гемоглобина входят четыре одинаковые гемовые группы.

Гем представляет собой *протопорфирин*, содержащий центрально расположенный ион двухвалентного железа.

Молекула протопорфирина состоит из *четырёх* пиррольных колец, связанных *метиновыми мостиками*, к кольцам присоединены боковые цепи характерного строения.

Ключевую роль в активности гемоглобина играет ион железа, расположенный в центре молекулы протопорфирина.

Структура гема целиком расположена в одной плоскости. В процессе переноса кислорода гемоглобином молекула O_2 обратимо связывается с гемом, при этом валентность железа не изменяется.



Цветной показатель (ЦП) или фарб-индекс (Fi):

Fi - относительный показатель среднего насыщения эритроцитов гемоглобином.

ЦП = содержание Hb : количество эритроцитов (3 цифры) \square 5

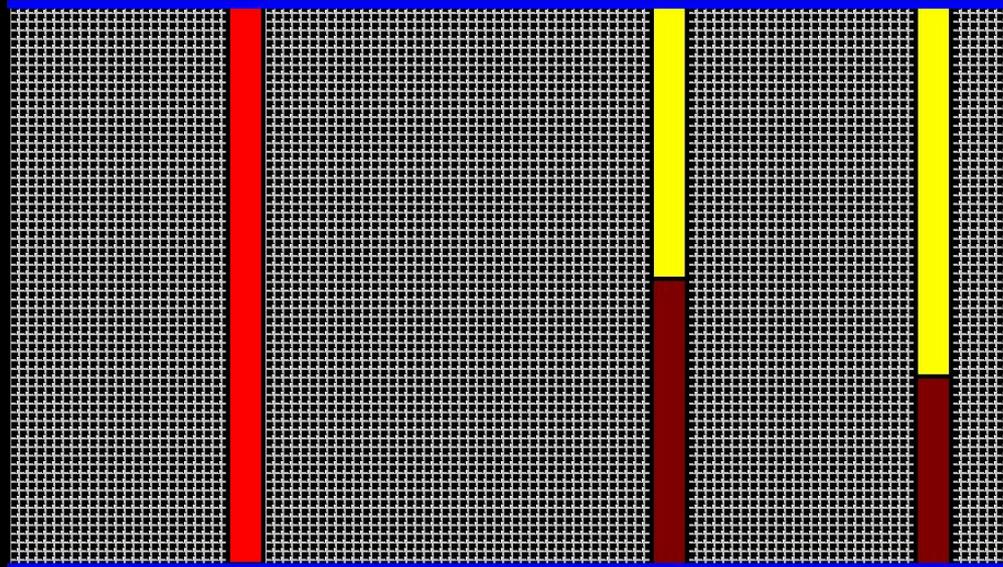
В норме = 0,8 - 1,1 (нормохромия)

Если < 0,8 – гипохромные эритроциты.

Если > 1,1 - гиперхромные эритроциты.

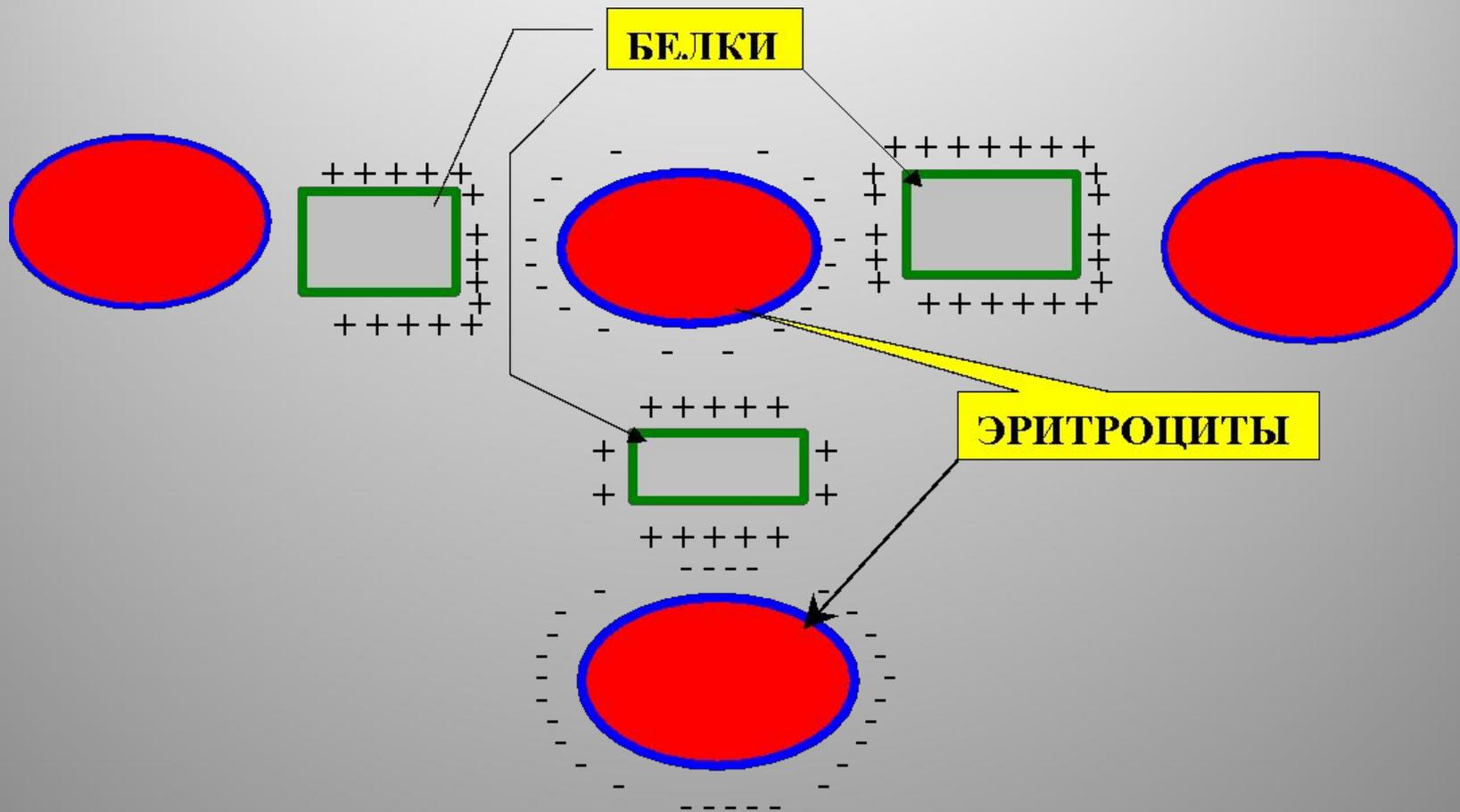
Скорость оседания эритроцитов

- СОЭ_{мужчины} = 3-10 мм/час
- СОЭ_{женщины} = 6-15 мм/час
- В пожилом возрасте до 20 мм/час



МЕХАНИЗМ СОЭ

- Белки: фибриноген, гамма-глобулины и др.



Причины увеличения СОЭ:

- Наиболее типичная причина повышения СОЭ — воспаление различного генеза (бактериальное, аутоиммунное), беременность, опухолевые заболевания.
 - Белки острой фазы: С-реактивный белок, α_1 -антитрипсин, фибриноген, церулоплазмин. Увеличение содержания белков острой фазы в плазме крови (главным образом фибриногена) увеличивает СОЭ.
- На СОЭ влияет рН плазмы крови: при ацидозе отмечают снижение, при алкалозе — повышение.
- При анемии СОЭ увеличивается, при эритроцитозе — уменьшается.
- СОЭ отражает активность воспалительного процесса при многих ревматических болезнях (наблюдают повышение СОЭ). Величина данного показателя позволяет контролировать динамику заболевания.

Факторы, меняющие СОЭ:

- **Агломерины:**

фибриноген, гамма-глобулины, гаптоглобин, церулоплазмин, белки распада тканей.

- **Антиагломерины:**

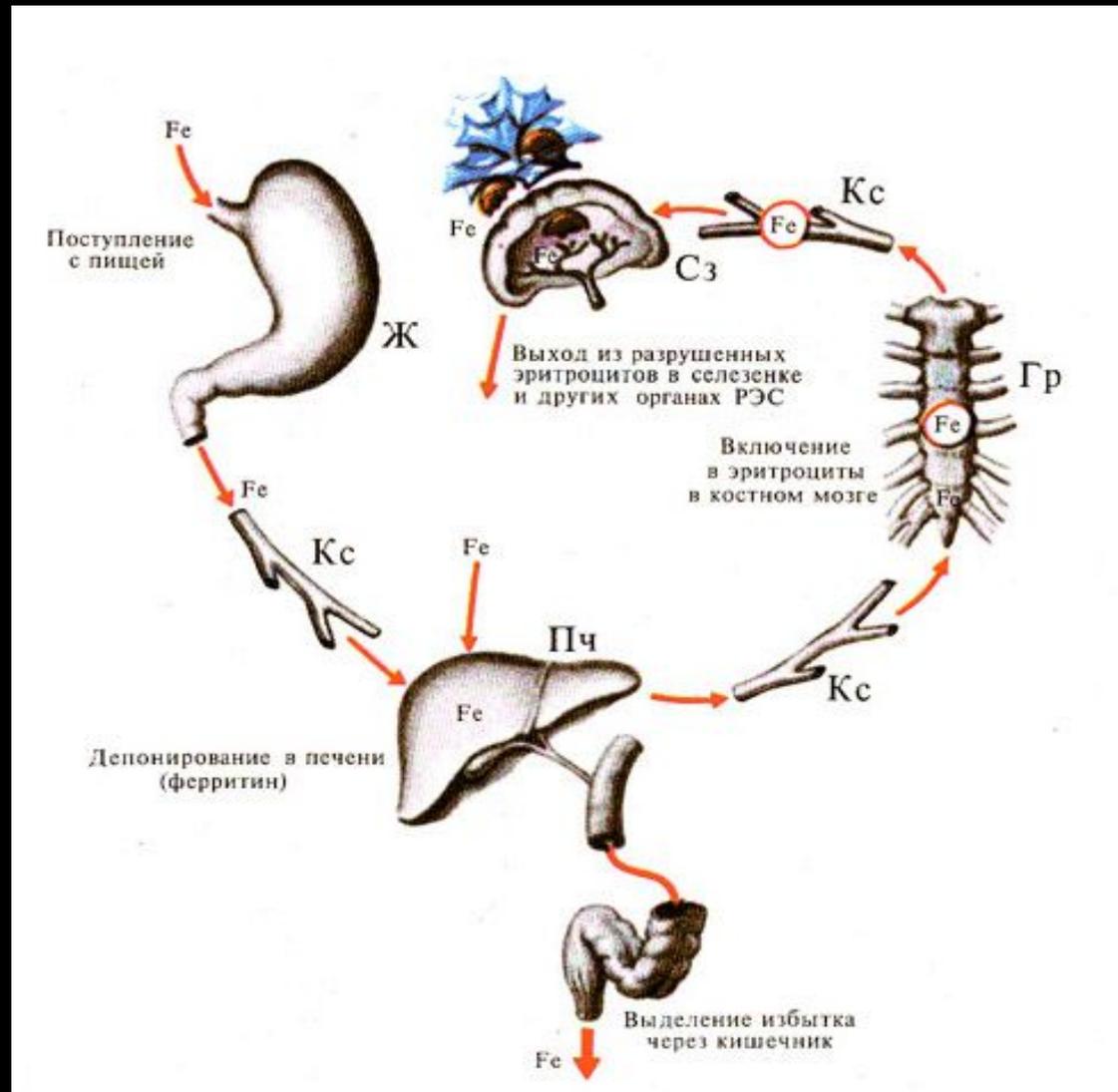
альбумины, жирные и желчные кислоты.

Биологическая роль железа

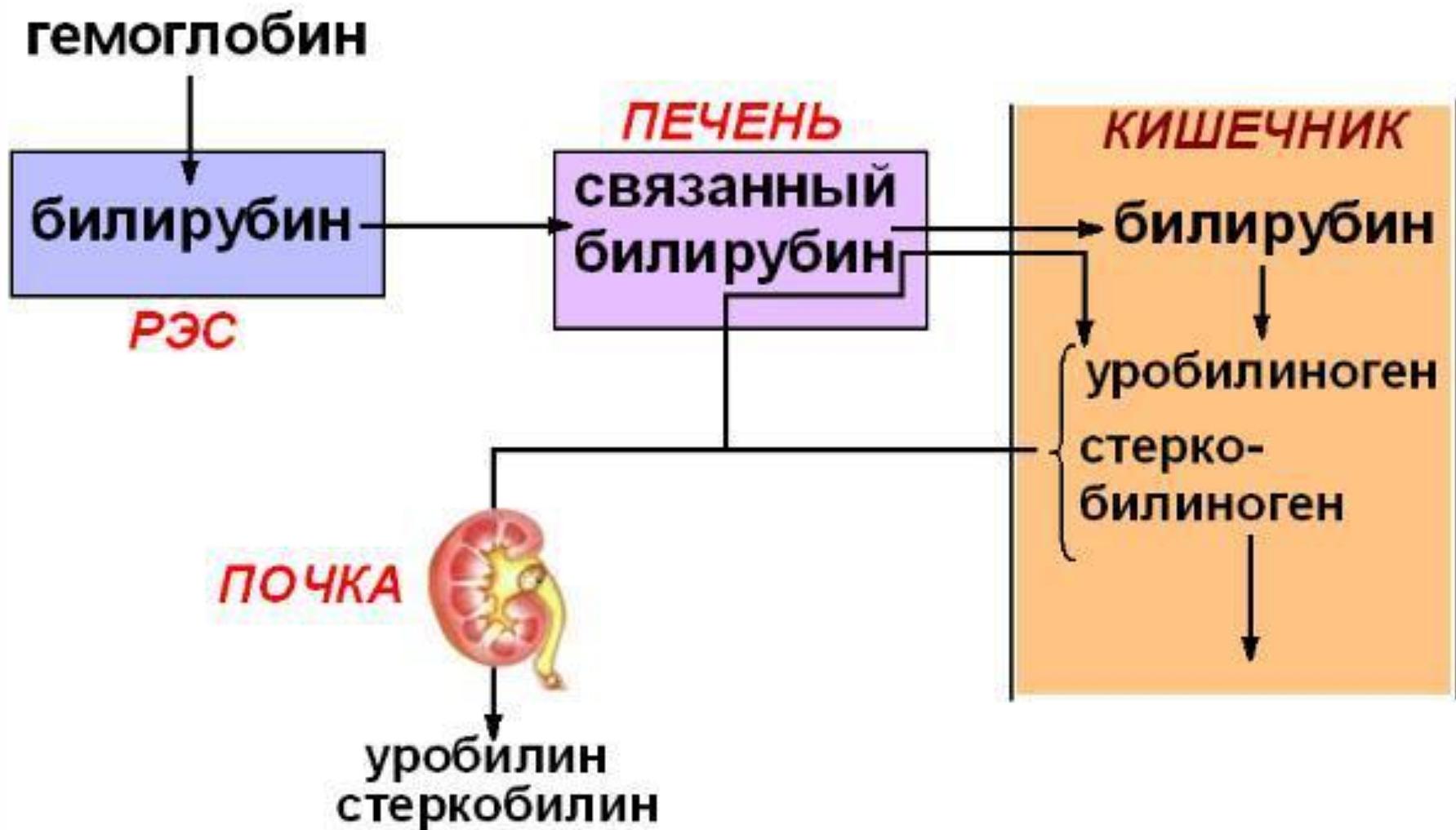
- В организме человека содержится около 5 г железа.
- Из них 57% приходится на гемоглобин крови,
- 7% – на миоглобин мышц,
- 16% связаны с тканевыми ферментами,
- 20% – это запас, отложенный в печени, селезёнке, костном мозге и почках.



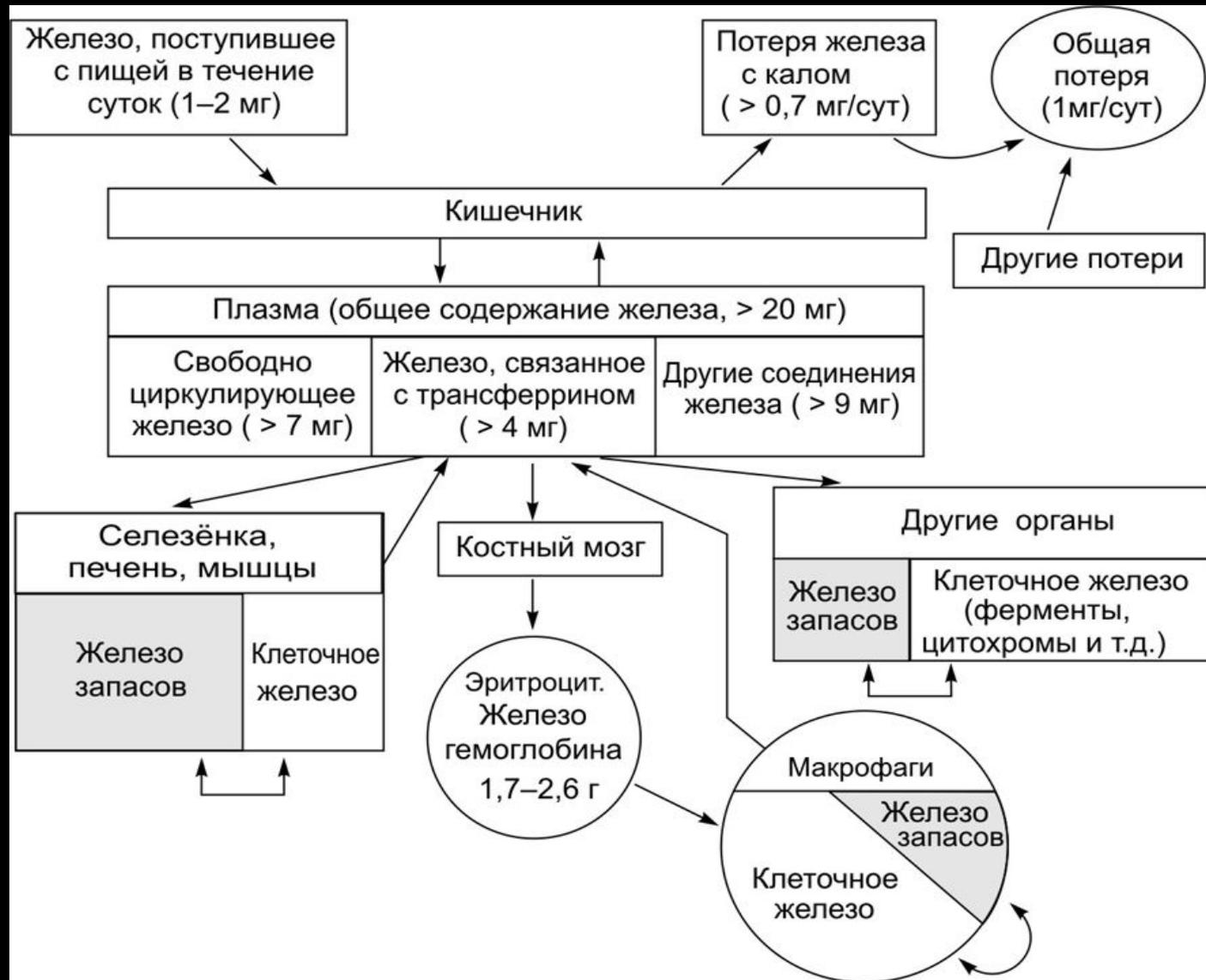
Обмен железа, входящего в состав гемоглобина.



Выведение продуктов распада гема



Обмен железа в организме

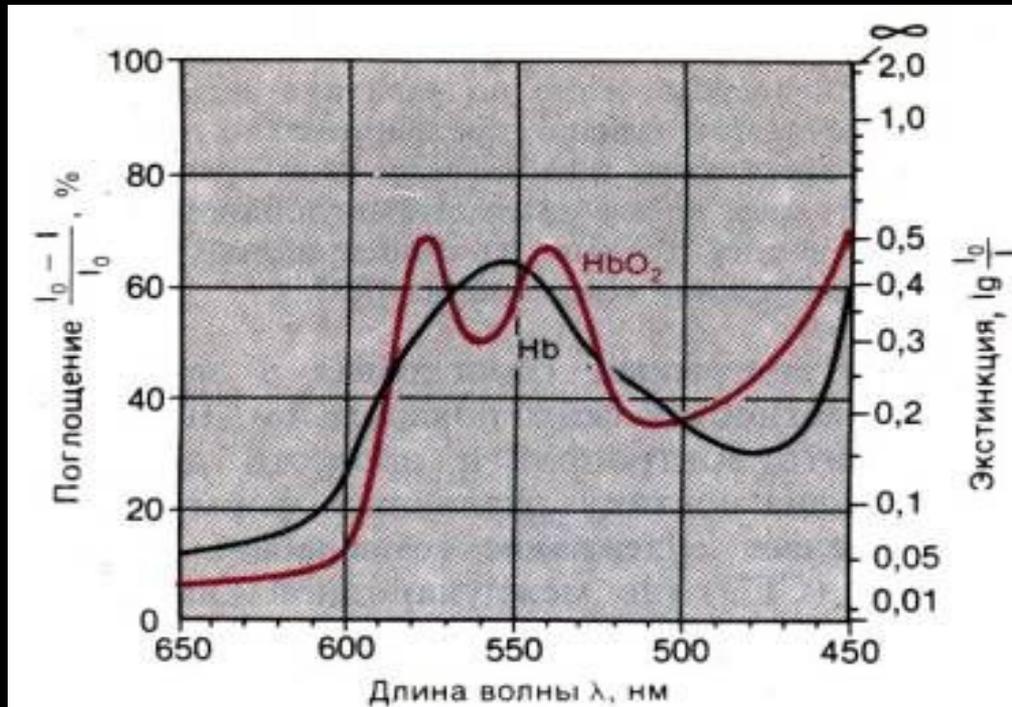


Измерение содержания гемоглобина

Для измерения содержания гемоглобина существуют следующие методы:

- 1) *анализ уровня железа в крови (содержание железа в гемоглобине составляет 0,34%);*
- 2) *колориметрия (сравнение цвета крови с цветом стандартного раствора);*
- 3) *измерение экстинкции (спектрофотометрия).*

Спектры поглощения оксигемоглобина (HbO_2) и дезоксигемоглобина (Hb).



По оси ординат слева—коэффициент поглощения, справа—экстинкция

- **Гемоцианин** (от др.-греч. αἷμα — кровь и др.-греч. κυανός — лазурный, голубой) — дыхательный пигмент из группы металлопротеинов, является медьсодержащим функциональным аналогом гемоглобина.



Нижняя часть тела краба *Cancer productus* имеет фиолетовый цвет благодаря гемоцианину

анемии

Уменьшение содержания гемоглобина по сравнению с нормальным уровнем называется **анемией**.

Как правило, диагноз анемия ставят в том случае, если содержание гемоглобина меньше 130 г/л у мужчин и 120 г/л у женщин.

ВИДЫ АНЕМИЙ

1. Железодефицитная анемия.

Может быть следствием:

- ▣ недостатка железа в пище (особенно у детей),
- ▣ нарушения всасывания железа в пищеварительном тракте,
- ▣ хронической кровопотери.

2. Мегалобластическая анемия.

- характеризуется наличием в крови и костном мозгу мегалоцитов и их незрелых предшественников (мегалобластов).

Их образование связано с недостатком витамина В₁₂ и/или фолиевой кислоты, что приводит к замедлению деления клеток.

3. Гемолитическая анемия.

Возникает вследствие повышенной хрупкости эритроцитов.

Подобные состояния могут быть:

- ▣ наследственными,
- ▣ приобретенными.

4. Апластическая анемия и панцитопения

При апластической анемии подавляется только эритропоэз, а в случае панцитопении уменьшается содержание всех клеток крови, вырабатываемых костным мозгом.

Апластические анемии могут быть:

- ▣ наследственными,
- ▣ приобретенными.