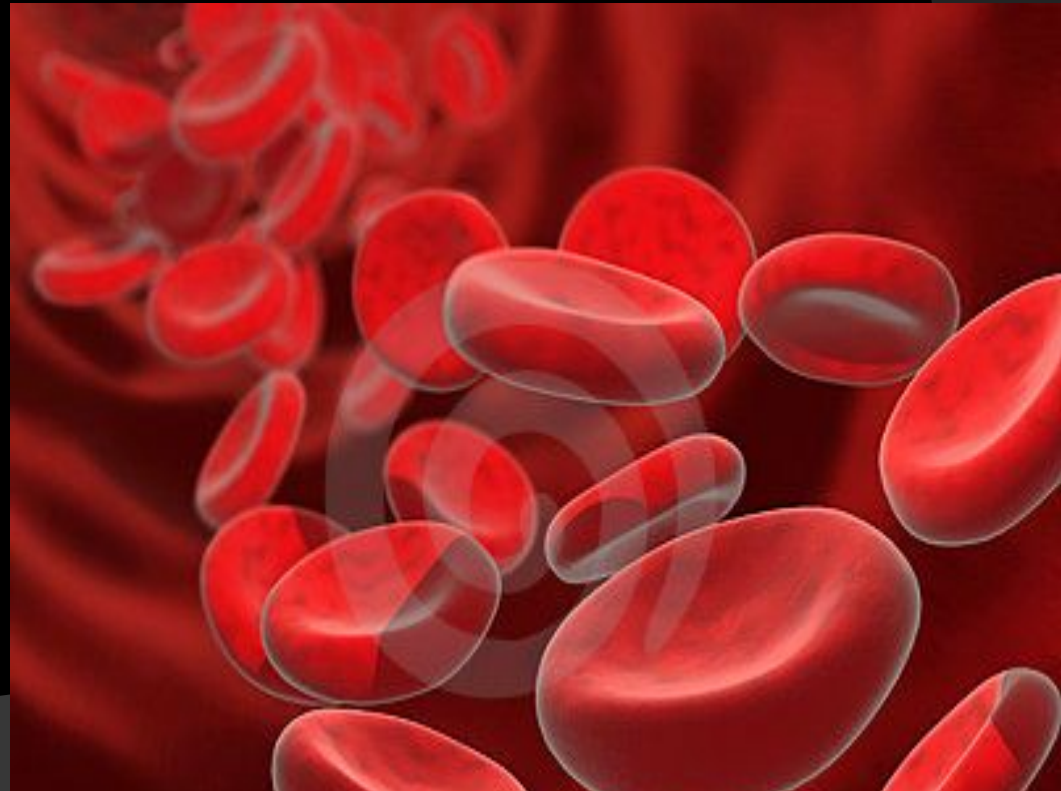


# Тема: Система крови

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



# 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.

Внутренняя среда отделена от внешней среды и тканей барьерами:

внешние барьеры (отделяют внутреннюю среду от окружающей) - кожа, слизистые, эпителий ЖКТ;

внутренние барьеры (гистогематические) - отделяют кровь от органов и тканей.

# Функции внутренней среды:

1. обеспечивает определенный уровень возбудимости клеточных структур;
2. изменяет чувствительность клеточных структур к раздражителям;
3. обеспечивает уровень обменных процессов.

# ГОМЕОСТАЗ

- это постоянство состава и свойств внутренней среды организма.

Термин "гомеостаз" ввел в 1929 г. Уолтер Кенон (гомеостаз – от греч. *homois* - одинаковый и *stasis* - состояние).

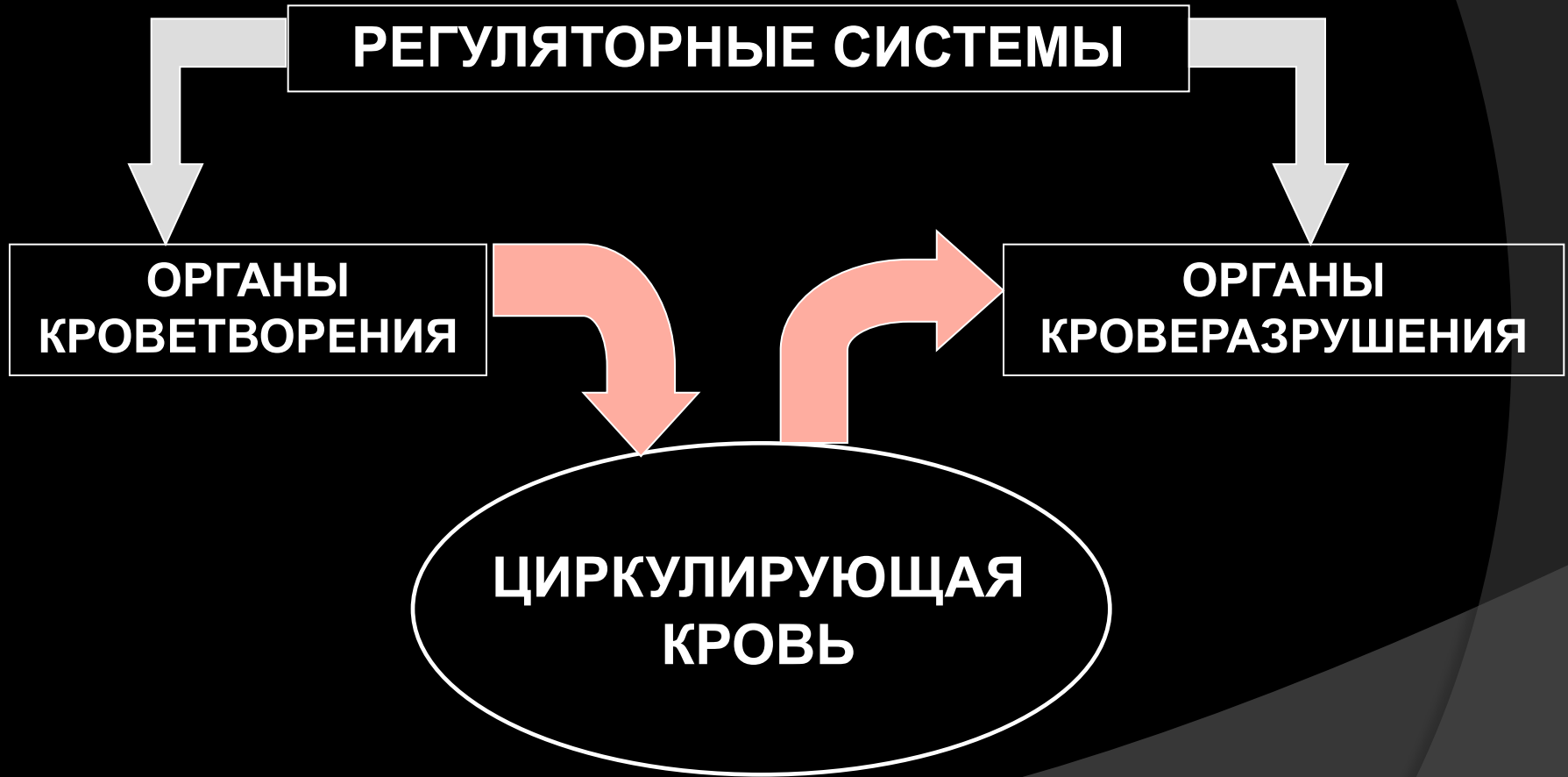
Регуляция гомеостаза включает поддержание на необходимом для организма уровне различных констант.

Абсолютного гомеостаза нет. Это постоянство относительно и носит название "гомеокинеза".

Гомеокинез - это подвижное равновесие.

Гомеокинез - это не просто любое изменение, а переход от одного стабильного уровня гомеостаза к другому.

# СИСТЕМА КРОВИ (Ланг Г.Ф., 1939)



# 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 отклоняться от константного уровня в относительно широких пределах без существенных последствий.
- ◎ Жесткие константы крови могут колебаться в очень небольших диапазонах.



# 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

# К пластичным константам относят:

1. ОЦК,
2. гематокрит,
3. плотность крови,
4. вязкость крови,
5. количество ФЭК,
6. количество Нв,
7. СОЭ

# Объем циркулирующей крови (ОЦК)

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

У новорожденного – 15 %

У годовалого ребенка – 11 %

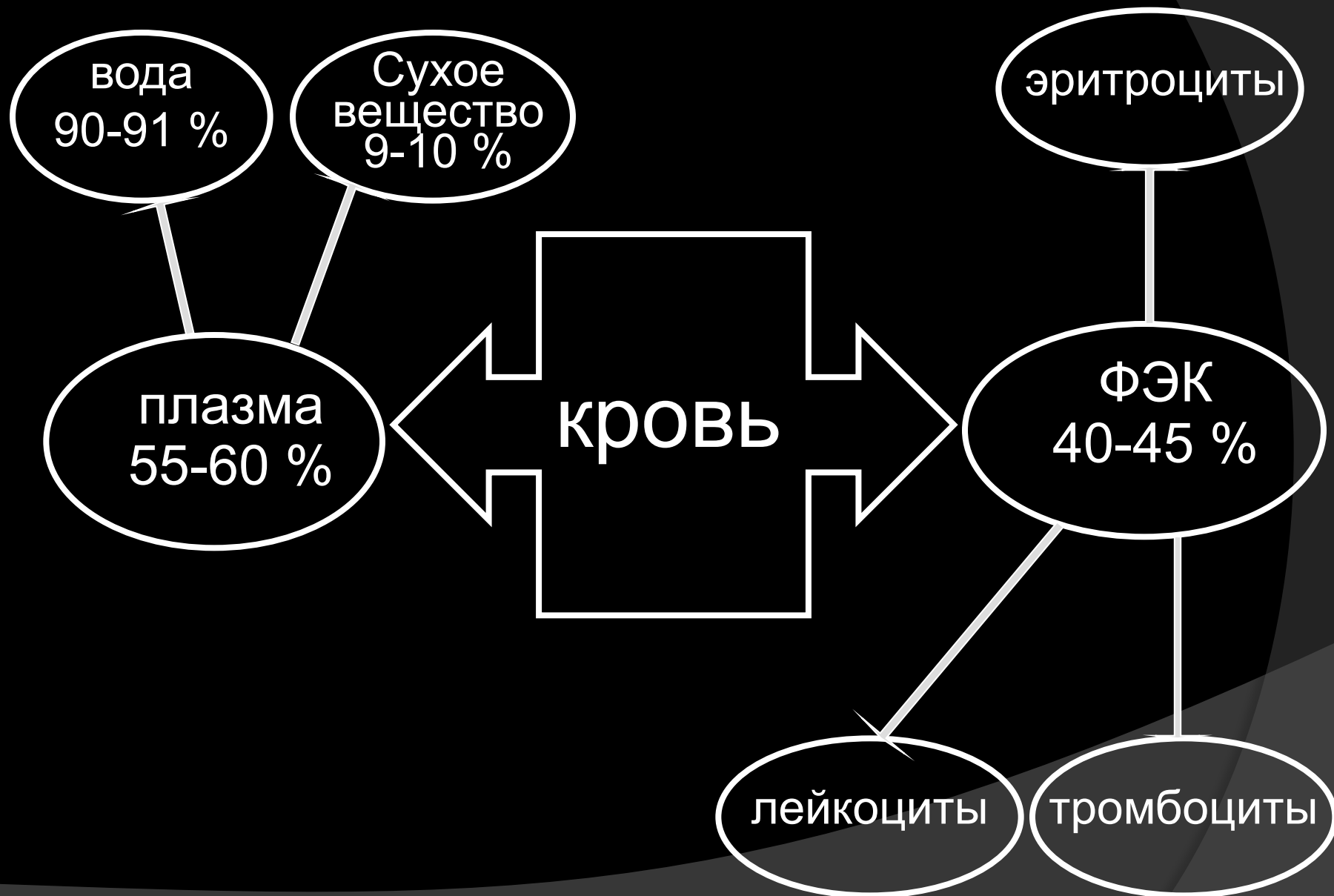
ОЦК составляет 50-55 % от общего количества крови  
Остальные 45-50 % крови депонированы (в основном в виде суспензии эритроцитов): в печени – до 20 %, в селезенке – до 16 %, в коже – до 10 %

ОЦК = 50-55 % - нормоволемия,

ОЦК - больше 55 % - гипervолемия,

ОЦК - меньше 50 % - гиповолемия

# СОСТАВ КРОВИ



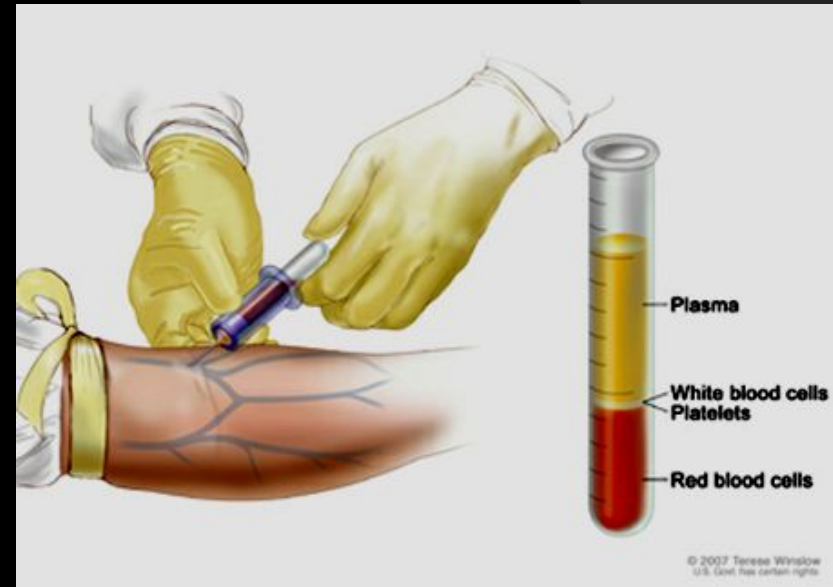
# Гематокрит - это объем ФЭК

ННt –

нормоцитемия,

↓Нt – олигоцитемия,

↑Нt – полицитемия



Гематокрит зависит:

- от пола (у мужчин: 44-48 %, у женщин: 41-45 %),
- от возраста (у новорожденного – 42-60 %, у годовалого ребенка 30-40 %),
- от зоны проживания,
- от количества депонированной крови

# Удельный вес (плотность) крови

складывается из удельного веса плазмы (белков) и удельного веса ФЭК (в основном эритроцитов).

Удельный вес эритроцитов – 1,094-1,064 г/мл

Удельный вес плазмы – 1,024-1,030 г/мл

Т.о. плотность крови зависит от:

1. количества эритроцитов (у мужчин - 1,057, у женщин - 1,053) ,
2. содержания Hb в эритроцитах,
3. от состава плазмы.

# Вязкость крови

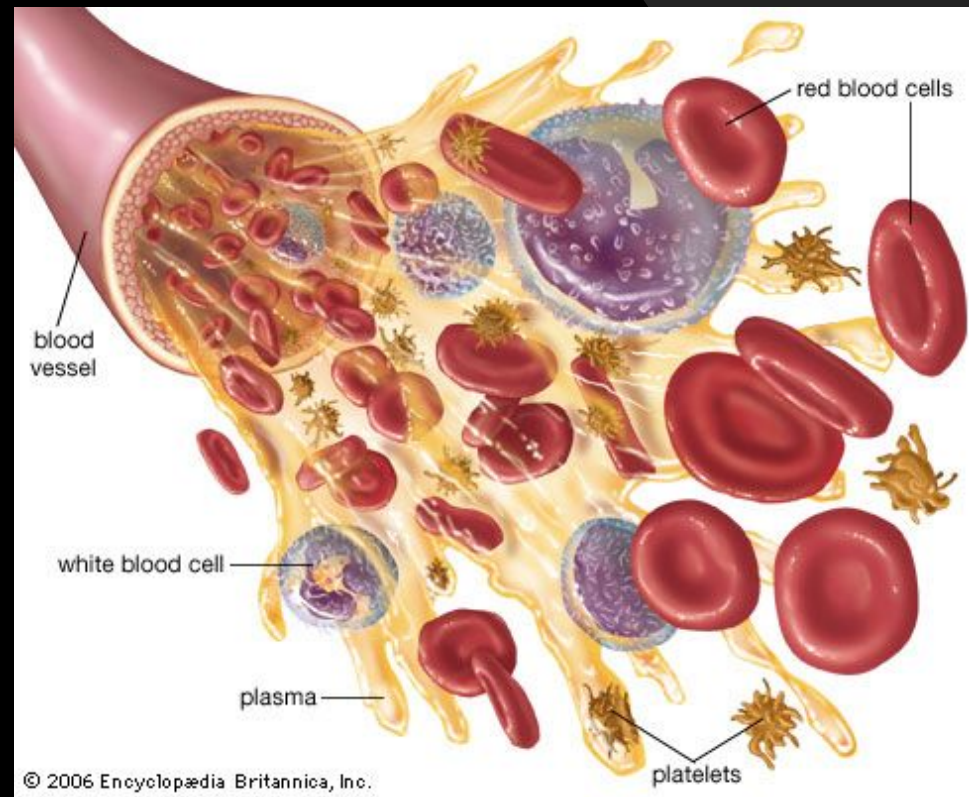
- это способность оказывать сопротивление течению жидкости при перемещении частиц относительно друг друга за счет внутреннего трения.

Вязкость воды = 1, вязкость крови = 5:

вязкость плазмы – 1,7-2,2,

вязкость ФЭК – 2,8-3,3.

# Количество ФЭК



Эритроцитов:

у мужчин  $4,0-5,5 \times 10^{12}$  /л,

у женщин  $3,9-4,9 \times 10^{12}$  /л;

Лейкоцитов  $4,0-9,0 \times 10^9$ /л;

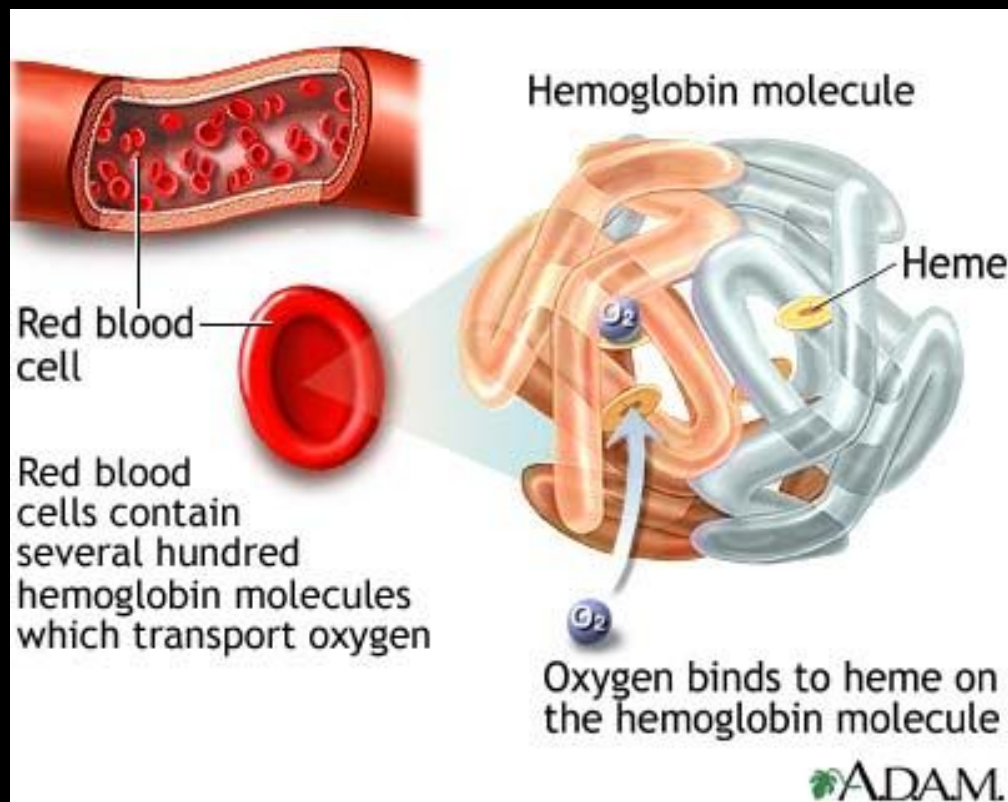
Тромбоцитов  $180-320 \times 10^9$ /л.



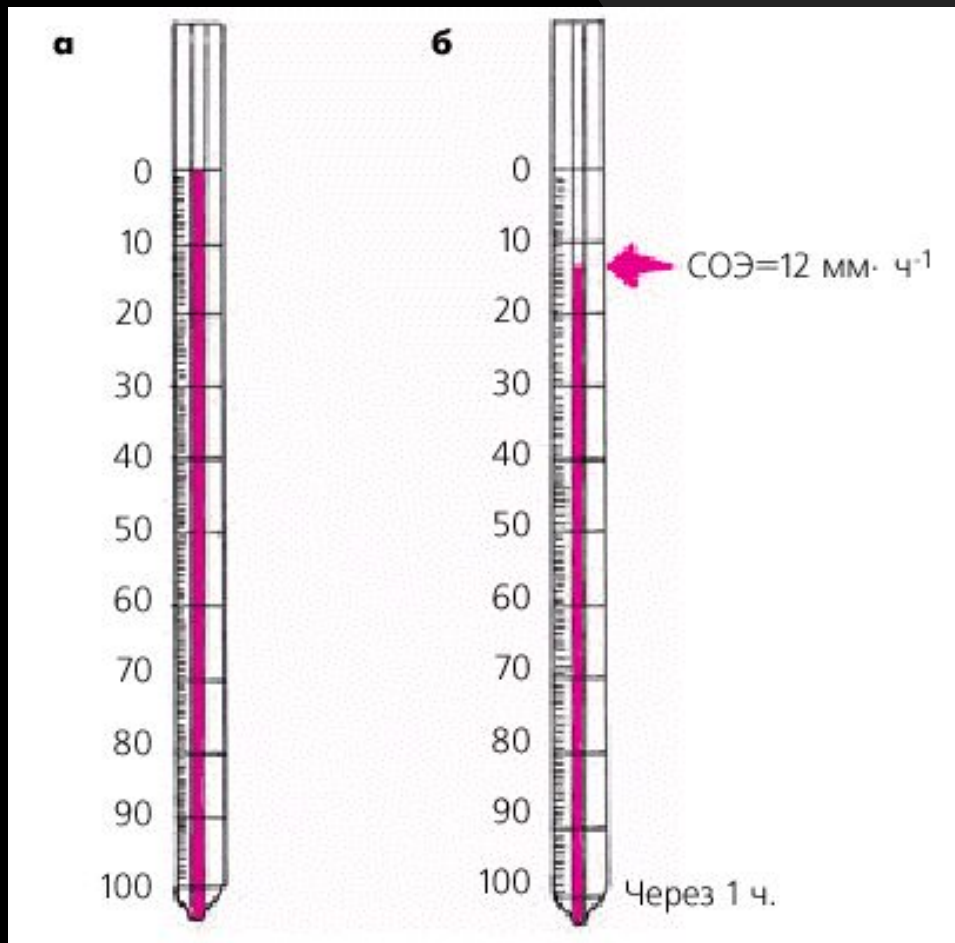
# Количество гемоглобина (Hb)

у мужчин - 130-160 г/л,

у женщин - 120-140 г/л.



# СОЭ



$\text{СОЭ}_{\text{мужчины}} = 1-10 \text{ мм/час}$

$\text{СОЭ}_{\text{женщины}} = 2-15 \text{ мм/час}$

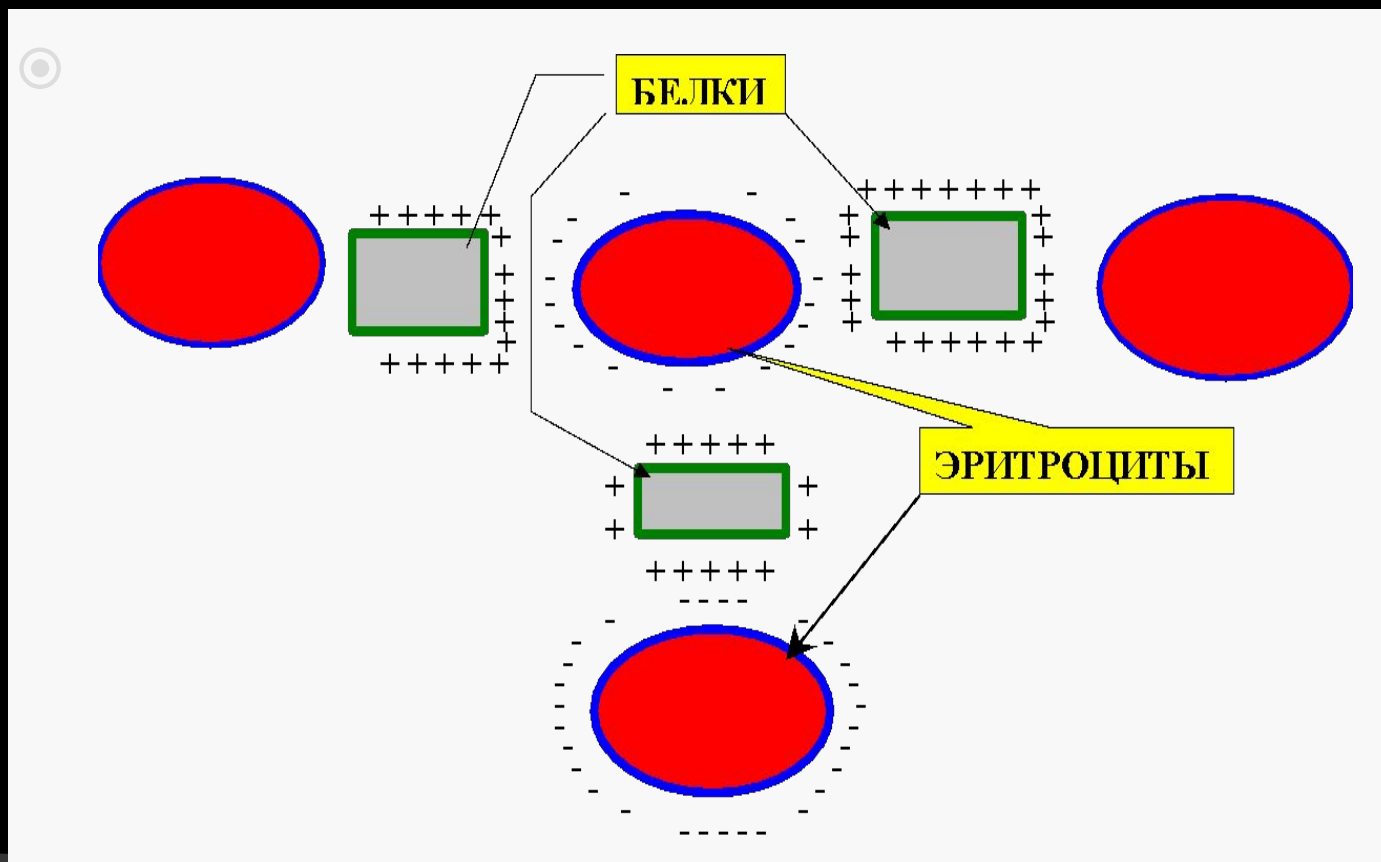
В пожилом возрасте до 20 мм/час

# Повышение СОЭ:

1. Любые воспалительные процессы и инфекции (накопление глобулинов и других белков острой фазы воспаления). Исключение – ранние стадии вирусных инфекций (грипп, вирусный гепатит и др.).
2. Заболевания, сопровождающиеся некрозом тканей (гнойные и септические заболевания, злокачественные новообразования, инфаркты)
3. Заболевания соединительной ткани (ревматизм, ревматоидный артрит, системная красная волчанка).
4. Болезни обмена веществ (сахарный диабет).
5. Анемии.

# Механизм повышения СОЭ:

Агломерины (гамма-глобулины, фибриноген, гаптоглобин, церулоплазмин, белки распада тканей) снижают степень отталкивания эритроцитов



# Уменьшение СОЭ наблюдается

**при:**

увеличении *вязкости крови* при заболеваниях и синдромах, сопровождающихся увеличением числа эритроцитов (эритремия, вторичные эритроцитозы).

**Антиагломерины:**

альбумины, жирные и желчные кислоты

# Жесткие константы крови:

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

# Ионный состав крови:

## Электролиты:

катионы ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ )

анионы ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^-$ , белки);

## Неэлектролиты:

глюкоза, мочеви́на, небелковый азот,  
жиры, стероиды, фосфолипиды.

# Ионный состав крови определяет осмотическое давление

- сила, с которой растворитель переходит через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного в более концентрированный раствор.

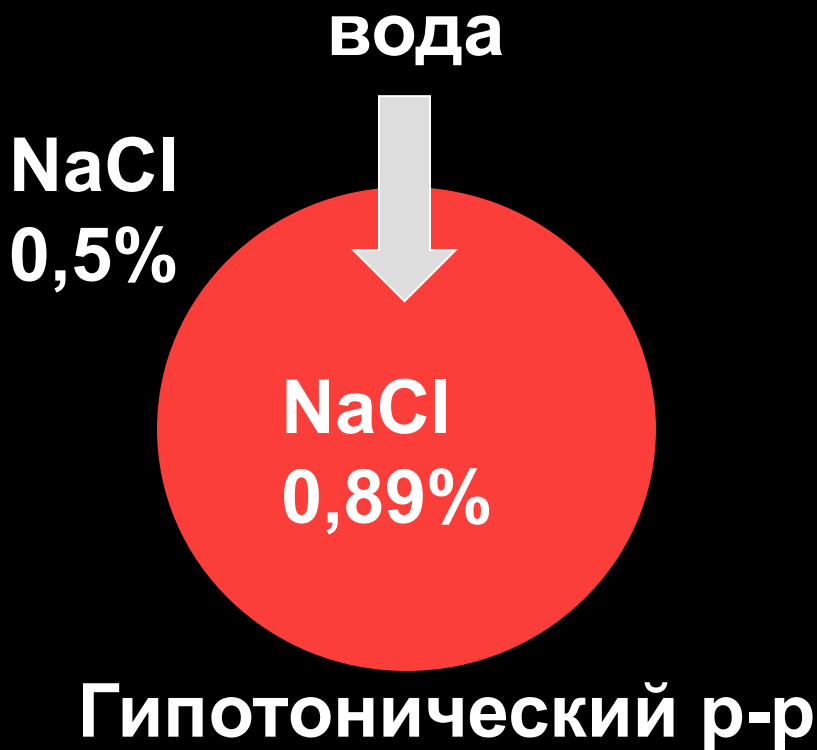
Осмотическое давление определяет распределение воды между клетками и окружающей жидкостью.

Осмотическое давление крови = 7,5 атм.

Около 60% осмотического давления создается NaCl.



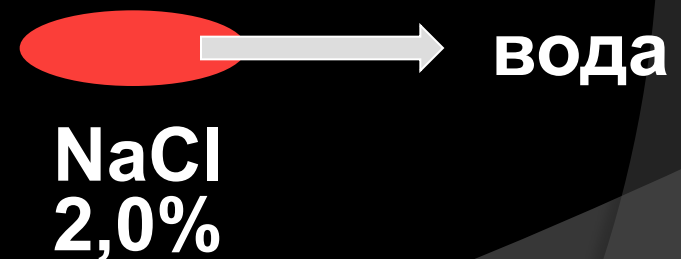
# Осмотические свойства крови



Изотонический р-р



Гипертонический р-р



# В гипотоническом растворе возможен осмотический гемолиз

Мин. осмотическая резистентность:

0,48-0,42 % NaCl

Макс.осмотическая резистентность:

0,34-0,30% NaCl

# БЕЛКИ ПЛАЗМЫ

Белки	Концентрация г/л	Основные функции
Альбумин	35-40	Онкотическое давление, транспорт $\text{Ca}^{2+}$ , жирных кислот и других липофильных веществ
$\alpha_1$ -глобулины	3-6	Транспорт липидов, тироксина, гормонов коры надпочечников. Ингибитор трипсина и химотрипсина
$\alpha_2$ -глобулины	4-9	Ингибитор плазмина. Связывание свободного гемоглобина
$\beta$ -глобулины	6-11	Транспорт липидов, железа. Белки системы комплемента
$\gamma$ -глобулины	13-17	Циркулирующие антитела
Фибриноген	30	Свертывание крови, агрегация тромбоцитов
Протромбин	1	Свертывание крови

# Функции белков плазмы:

1. Обеспечение вязкости крови
2. Обеспечение онкотического давления
3. Транспорт жиров, гормонов, металлов
4. Обеспечение буферных свойств
5. Гемостатическая функция
6. Иммунологическая функция
7. Ферментативно-метаболическая

# Онкотическое давление

- это аналог осмотического давления созданный белками.

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

Альбумины вносят самый большой вклад в создание онкотического давления (80 %)

Онкотическое давление отвечает за перераспределение жидкости между кровью и тканями.

# pH крови

pH - это отрицательный десятичный логарифм молярной  $[H^+]$  в среде.

pH артериальной крови - 7,43;

pH венозной крови – 7,35-7,36;

pH в клетке – 7,0-7,2

pH крови поддерживается:

1. буферными системами крови,
2. выведением  $CO_2$  легкими,
3. выведением кислых и основных продуктов почками и кожей

# Буферные системы крови:

1. гемоглобиновая
2. карбонатная
3. фосфатная
4. белковая

# Гемоглобиновая буферная система

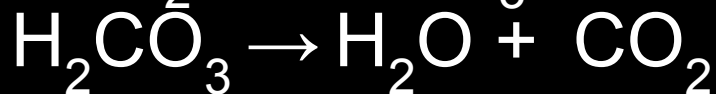
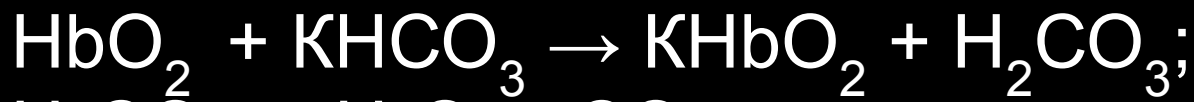
- самая мощная буферная система крови (75% буферной емкости крови).

Она состоит из:

HbH - слабая кислота

HbO<sub>2</sub> – сильная кислота

В малом круге:



В большом круге:





# Карбонатная буферная система

по своей мощности занимает второе место.

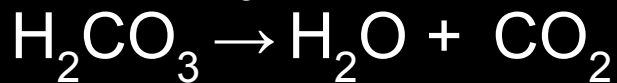
Она состоит из:

$\text{H}_2\text{CO}_3$  - слабая кислота,

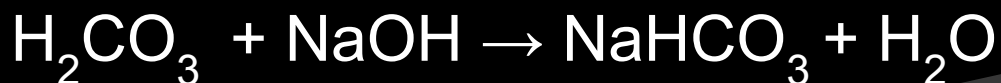
$\text{NaHCO}_3$  – нейтральная соль

$\text{NaHCO}_3$  легко диссоциирует на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$ .

При поступлении в кровь сильной кислоты:



При поступлении в кровь оснований:



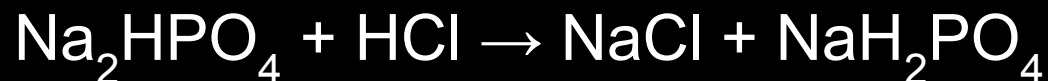
# Фосфатная буферная система

СОСТОИТ ИЗ:

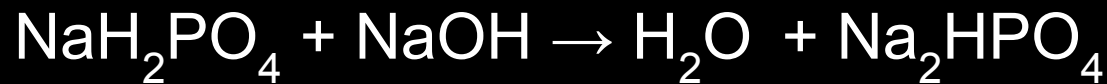
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$  – слабая кислота,

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$  – слабая щелочь

При поступлении в кровь сильной кислоты:



При поступлении в кровь оснований:



Избыток  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  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 запасы щелочных веществ в крови, представленные в основном щелочными солями слабых кислот.

Резервную щелочность измеряют количеством  $\text{CO}_2$  (мл), которое может быть связано 100 мл крови при напряжении  $\text{CO}_2$  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,
  1. выделительный,
  2. метаболический
3. смешанный (наблюдается при сочетании двух или нескольких форм ацидоза и алкалоза)

# Респираторный сдвиг

Ацидоз	Алкалоз
<ul style="list-style-type: none"><li>- при гиперкапнии (увеличение <math>\text{CO}_2</math> в крови),</li><li>- при нарушении внешнего дыхания,</li><li>- при высокой концентрации <math>\text{CO}_2</math> во вдыхаемом воздухе.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- при чрезмерном выведении <math>\text{CO}_2</math> из легких (при хирургическом вмешательстве),</li><li>- во всех случаях гипервентиляции легких.</li></ul>

Респираторный от нереспираторного ацидоза и алкалоза отличаются по напряжению в крови  $\text{CO}_2$  ( $P_{\text{CO}_2}$ ) и уровню буферных оснований.

Для респираторных сдвигов характерно изменение  $P_{\text{CO}_2}$  без предварительного сдвига буферных оснований.

# Нереспираторый сдвиг

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

# КОМПЕНСАЦИЯ

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 компенсируются 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.