

# ФИЗИОЛОГИЯ

## *Лекция № 1*

**КРОВЬ КАК ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА.  
ФОРМЫ И СРЕДСТВО ТРАНСПОРТА.  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ**





## План лекции

1. Функциональная система крови (состав, функции).
2. Физико-химический гомеостаз внутренней среды (состав и физико-химические свойства крови, методы исследования).
3. Кровь как средство транспорта веществ.

1) Кровь является частью внутренней среды организма. **Внутренняя среда организма** – это совокупность жидкостей: крови, лимфы, тканевой и цереброспинальной жидкостей.

**Кровь** – это непрозрачная красная жидкость, состоящая из бледно-желтой плазмы (плазма, лишенная фибрина, называется сывороткой) и взвешенных в ней форменных элементов:

- ▢ эритроцитов (красных кровяных телец),
- ▢ лейкоцитов (белых кровяных телец),
- ▢ тромбоцитов (красных пластинок).





# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КРОВИ





# Функции крови:

1. Дыхательная
2. Трофическая
3. Выделительная
4. Гуморальная
5. Терморегуляторная
6. Защитная (иммунная)
7. Участие в КЦР организма
8. Гемостатическая
9. Креаторная

*Всю совокупность функций определяем на:*

- Транспортную
- защитную

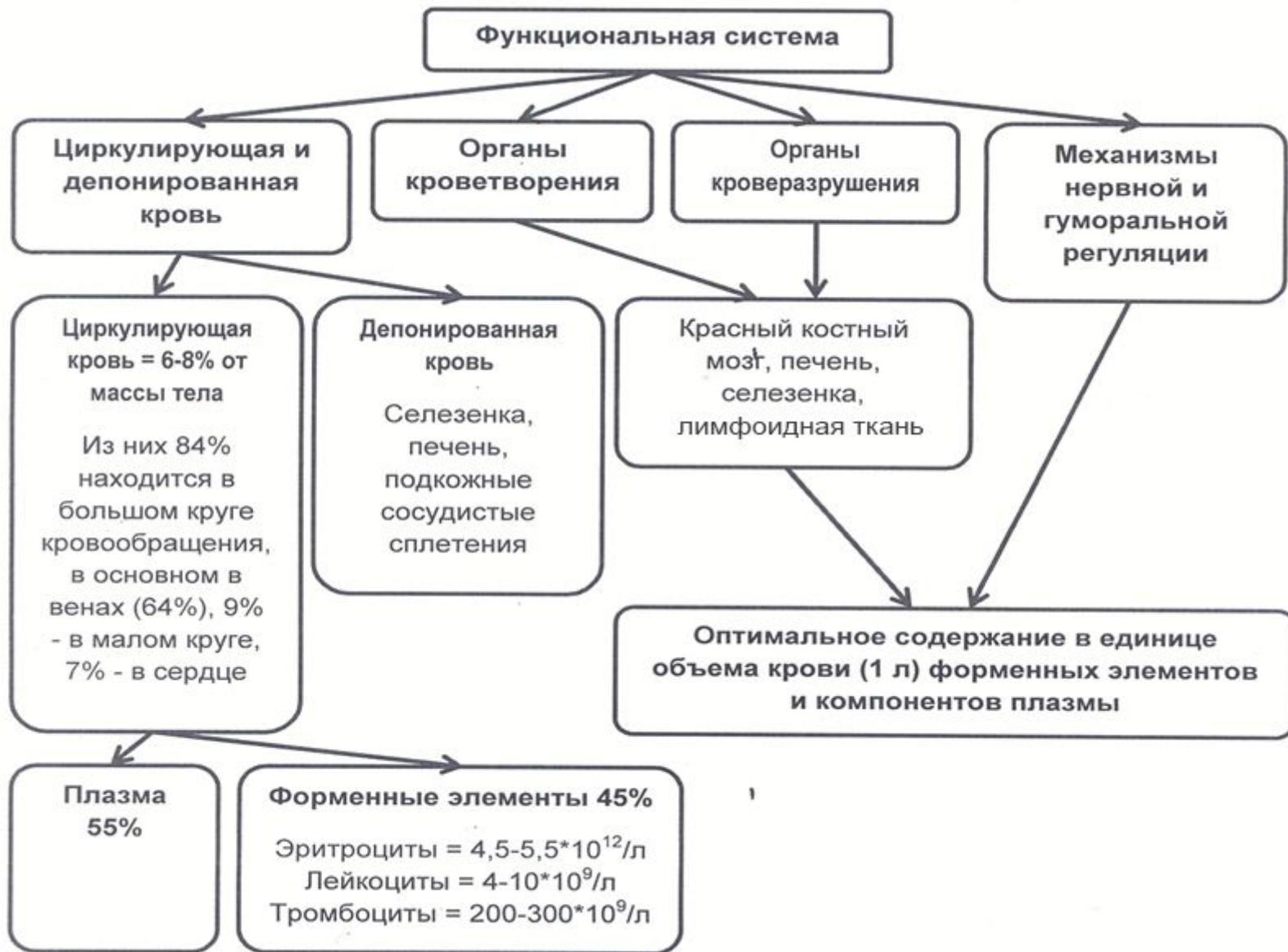
## Транспортная функция:

1. Дыхательная – перенос  $O_2$  и  $CO_2$ ;
2. Трофическая – питательные вещества;
3. Выделительная – продукты метаболизма,  $H_2O$  и соли;
4. Гуморальная;
5. Терморегуляторная (за счет переноса  $H_2O$  как вещества, обладающего высокой теплоемкостью, участвует в перераспределении тепла, образующегося в процессе метаболизма, и его выделении через легкие, кожу и дыхательные пути);
6. Участие в КЩР организма.

## Защитная функция:

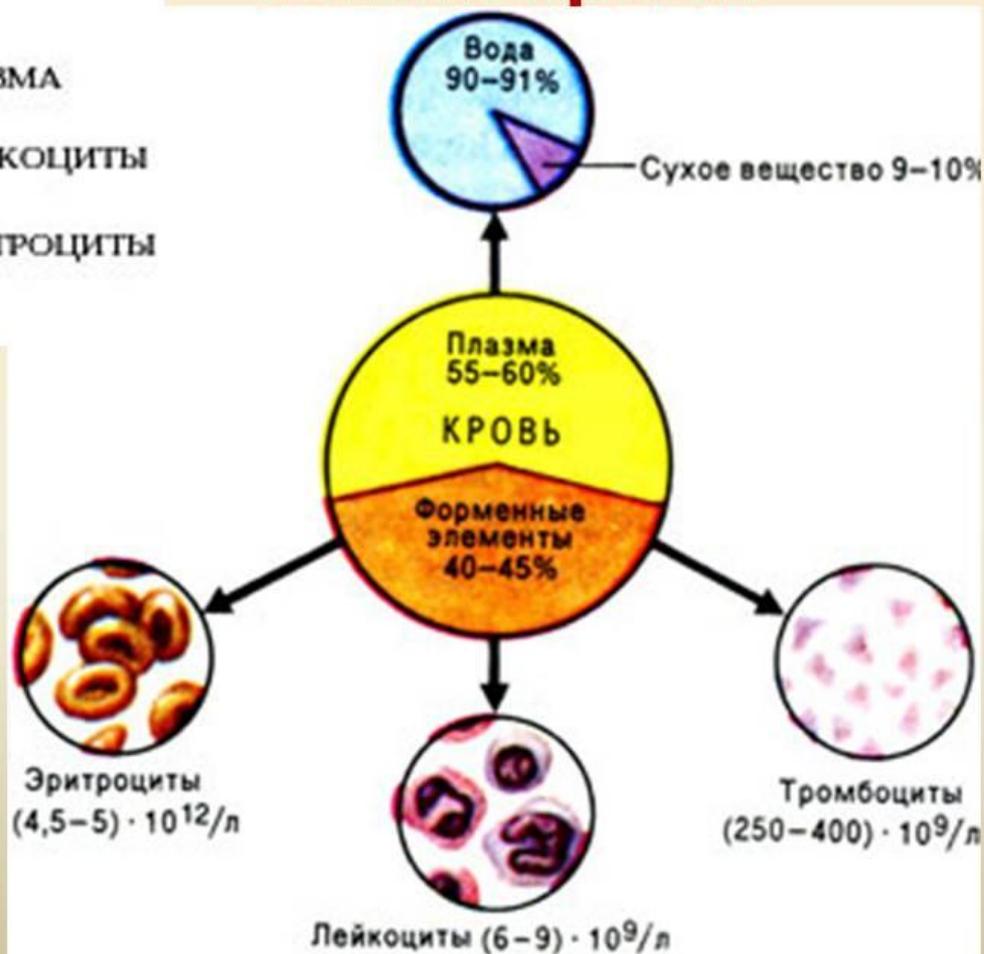
- Гемостатическая – защита от кровопотери (свертывающая и антисвертывающая системы);
- Иммунная – защита от инородных агентов – клеточный и гуморальный иммунитет (за счет фагоцитирующих и антителообразующих клеток).

# Состав крови. Физико-химический гомеостаз внутренней среды.

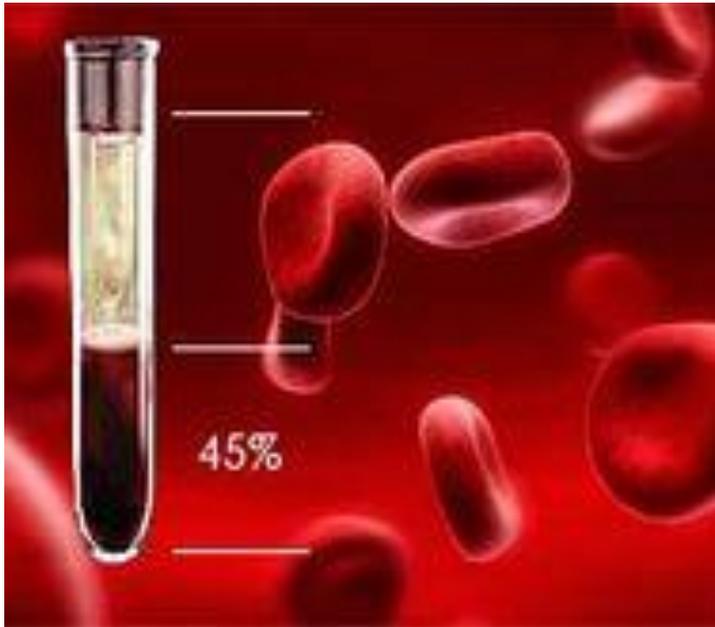


Состав и физические свойства циркулирующей крови постоянно контролируются механизмами нервной и гуморальной регуляции, за счет чего достигается постоянство внутренней среды организма, в каких бы условиях не находился организм

## Состав крови



Гематокрит — показатель общего уровня эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов по отношению к жидкой части крови - плазме. Гематокрит (Ht) определяют путем центрифугирования цитратной крови (метод Цинтроба) и выражают в процентах к общему объему крови.



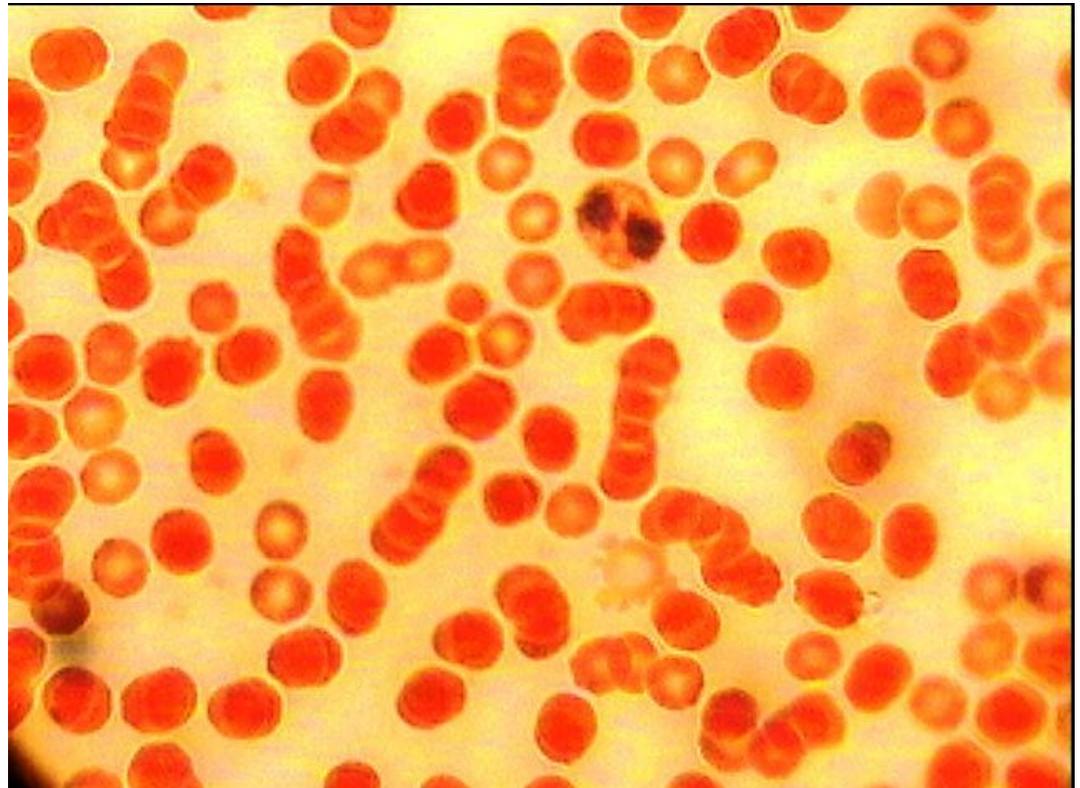
<b>Нормы гематокрита</b>	
<b>В норме гематокрит равен:</b>	
у мужчин	44-48%
у женщин	41-45%
У новорождённых	на 20% выше чем у взрослого
у маленьких детей	на 10% ниже, чем у взрослого

В зависимости от показателя гематокрита выделяют:

- *нормоцитемия*;
- *полицитемия* — увеличение гематокрита
- *олигоцитемия* — уменьшению гематокрита.

● ● ● **Вязкость крови = 3,5 – 5,4 (4,5) относительных единиц.** При увеличении гематокрита вязкость возрастает несколько быстрее, чем при линейной зависимости, поэтому при патологическом увеличении гематокрита быстро нарастает вязкость, как результат нарастает гидродинамическое сопротивление, в результате чего может нарушаться кровообращение в некоторых органах.

- **Удельная масса:**
- **нативной крови = 1,050-1,060 г/см<sup>3</sup>**
- **плазмы = 1,025**
- **эритроцитов = 1,090**



## Состав плазмы крови



### Б. Азотсодержащие вещества небелковой природы.

Они составляют показатель – остаточный азот – 14,3-28,6 мкмоль/л.

Остаточный азот включает следующие компоненты: азот мочевины, азот мочевой кислоты, азот аминокислот (глутамина и глутаминовой кислоты).

### С. Безазотистые органические вещества плазмы:

- 1) глюкоза – 3,5-5,5 ммоль/л;
- 2) молочная и пировиноградная кислоты;
- 3) липиды – фосфолипиды, жирные кислоты, лецитин. Липиды находятся в плазме в основном в виде липопротеидов, связанных с  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулинами



# БЕЛКИ ПЛАЗМЫ КРОВИ

В плазме крови (ее объем до 3 л) содержится в общем 200-300 г белков (65-85 г/л – общий белок крови – показатель биохимического анализа крови), они составляют 3 основные группы:

- Альбумины – молекулярная масса 69 000, от 1 до 10 нм в диаметре = 37-41 г/л;
- Глобулины –  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – молекулярная масса от 90 000 до 160 000, диаметр до 30 нм = 30-34 г/л (26-36 г/л);
- Фибриноген – молекулярная масса 400 000, диаметр свыше 30 нм = 3,0 – 3,3 г/л.

## Функциональная характеристика белков плазмы крови

<b>БЕЛКИ</b>	<b>КОНЦЕНТРАЦИЯ В ПЛАЗМЕ, г/л</b>	<b>ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ</b>
<b>АЛЬБУМИН</b>	<b>35–40</b>	<b>Онкотическое давление, транспорт <math>\text{Ca}^{2+}</math>, жирных кислот и других липофильных веществ</b>
<b><math>\alpha_1</math>-глобулины</b>	<b>1,4-3,0</b>	<b>Транспорт липидов, тироксина, гормонов коры надпочечников. Ингибитор трипсина и химотрипсина</b>
<b><math>\alpha_2</math>-глобулины</b>	<b>5,6-9,1</b>	<b>Ингибитор плазмина. Связывание свободного гемоглобина</b>
<b><math>\beta</math>-глобулины</b>	<b>5,4-9,1</b>	<b>Транспорт липидов, железа. Белки системы комплемента</b>
<b><math>\gamma</math>-глобулины</b>	<b>9,1-14,7</b>	<b>Циркулирующие антитела</b>
<b>Фибриноген</b>	<b>2,0-4,0</b>	<b>Свертывание крови, агрегация тромбоцитов</b>
<b>Протромбин</b>	<b>1</b>	<b>Свертывание крови</b>



# ФУНКЦИИ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ

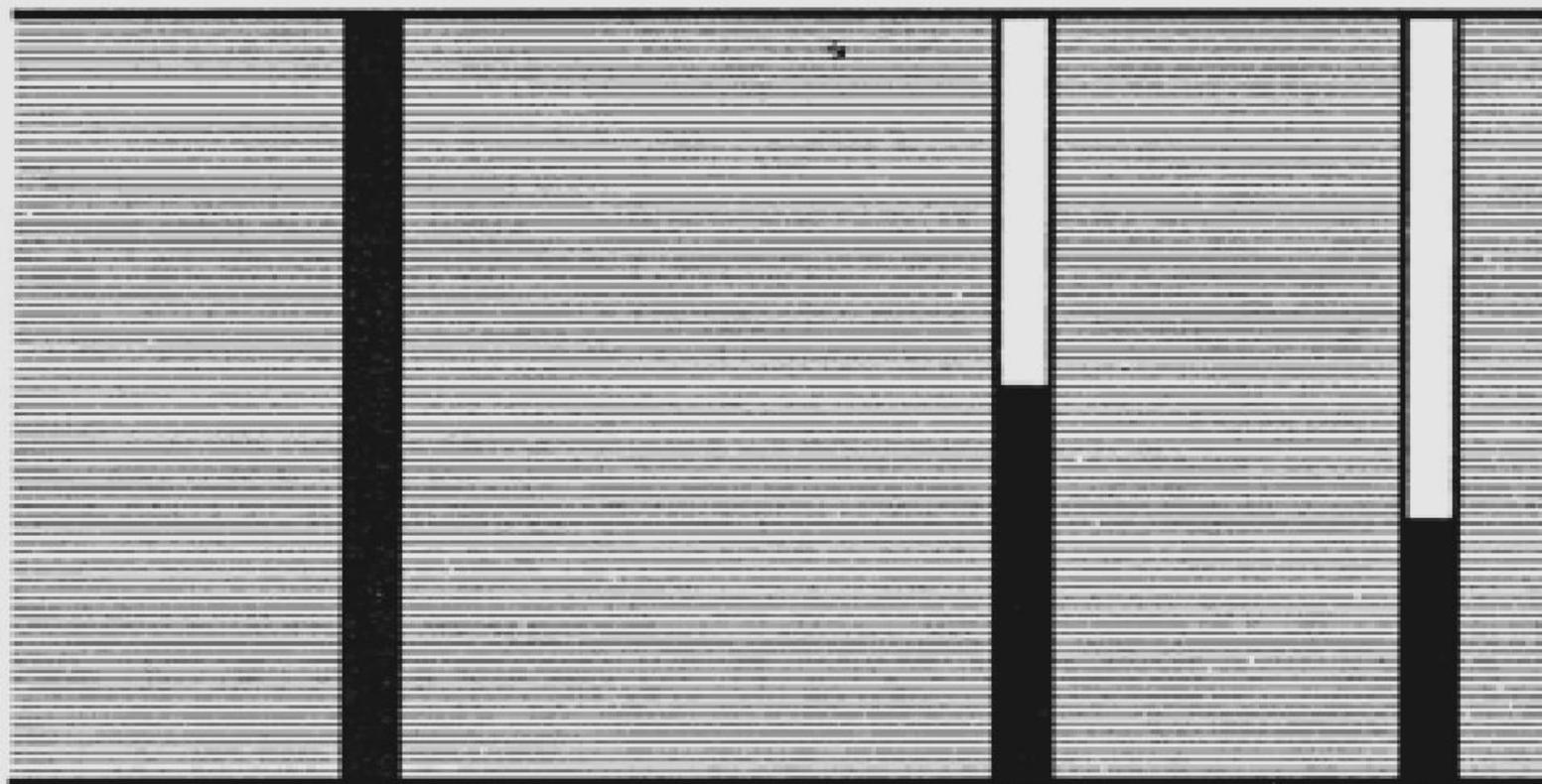
1. Формирование онкотического давления.
2. Питательная или трофическая функция.
3. Неспецифические переносчики катионов крови.
4. Стабилизирующая функция для эритроцитов, за счет создания вязкости.
5. Вязкость – для артериального давления (АД).
6. Буферные свойства – возможность поддержания рН, входят в состав кислотно-щелочной системы крови.
7. Содержат факторы иммунитета (антитела –  $\gamma$ -глобулины).
8. Участвуют в свертывании крови (фибриноген).
9. Транспортная функция

## СКОРОСТЬ ОСЕДАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

СОЭ<sub>мужчины</sub> = **1 - 10** мм/час

СОЭ<sub>женщины</sub> = **2 - 15** мм/час

В пожилом возрасте до 20 мм/час





# Электролитные свойства крови

## Электролиты плазмы:

- **Катионы:**  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$
- **Анионы:**  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , органические кислоты (молочная, лимонная, пировиноградная)

Концентрация электролитов выражается в миллиэквивалентах на л (мэкв/л):

- ▣  $\text{Na}^+$  - 130-150 мэкв/л
- ▣  $\text{K}^+$  - 3,4-4,9 мэкв/л
- ▣  $\text{Ca}^{2+}$  - до 10 мэкв/л
- ▣  $\text{Mg}^{2+}$  - 0-5 мэкв/л

Неорганические вещества плазмы – минеральные соли, которые создают осмотическое давление, рН, участвуют в процессах свертывания.

Осмотическое давление плазмы =  
5600 мм рт.ст. или 6,6-7,6 атм или  
285-300 мосм/л.



Растворы, осмотическое давление которых такое же, как у плазмы, называются

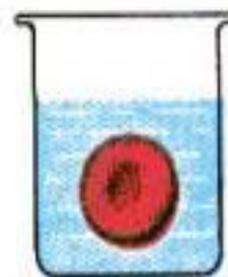
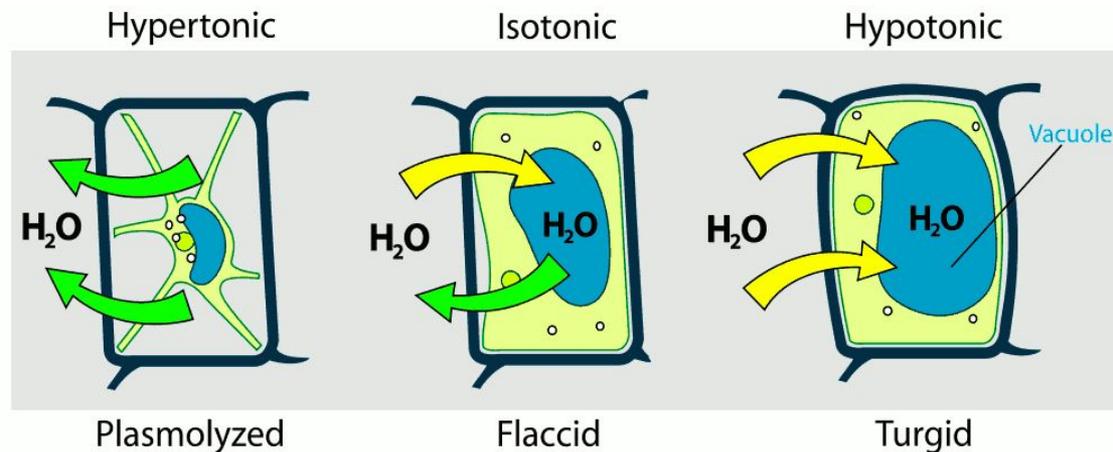
**изотоническими**

с большим давлением – **гипертонические**

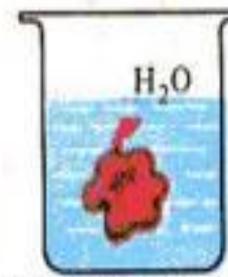
с меньшим – **гипотонические.**

96% от общего осмотического давления крови приходится на долю неорганических электролитов, главным образом (до 60%) – натрия хлорида.

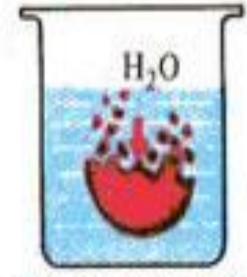
Раствор натрия хлорида, концентрация которого 0,9%, называется физиологическим. Его осмотическое давление такое же, как и у плазмы, поэтому в этом растворе объемные форменные элементы не теряют своих функций.



Изотонический  
раствор NaCl  
(0,9%)



Гипертонический  
раствор NaCl  
(>0,9%)



Гипотонический  
раствор NaCl  
(<0,9%)

## Функции электролитов плазмы – ИЗОТОНИЧНОСТЬ

среды:

1. создание осмотического давления – одно из основных условий поддержания жизнедеятельности организма;
2. pH крови (и, прежде всего, плазмы).

## **Буферные системы крови:**

- Карбонатная ( $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ );
- Фосфатная ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ );
- Белковый буфер (белки плазмы и гемоглобин)
- Гемоглобиновый буфер;

Буферные основания – это анионы всех слабых кислот: бикарбонаты и анионные группы белков («протеинаты»).

# Физико-химический гомеостаз крови

## Поддержание pH крови (кислотно-щелочное равновесие)

Артериальная кровь 7,4  
Венозная кровь 7,37  
Клетки 7,0-7,2

### Физико-химические механизмы

Буферные системы крови

Буферная емкость

### Физиологические механизмы

ЖКТ, газообмен в легких, система выделения (функции почек)

Поддержание буферной емкости

## Поддержание постоянного осмотического давления крови

Перераспределение воды между водными средами организма (3 основные среды)

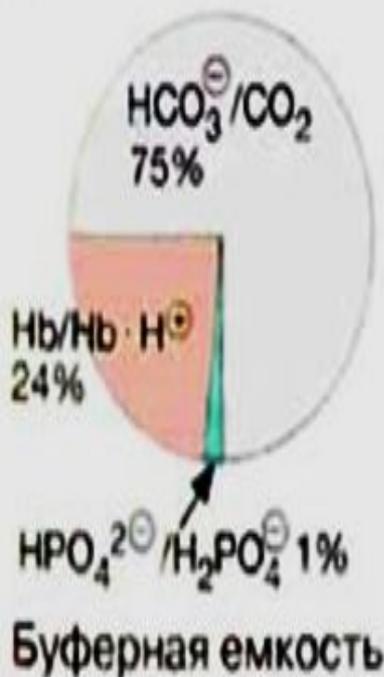
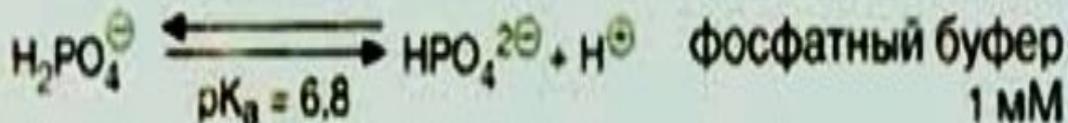
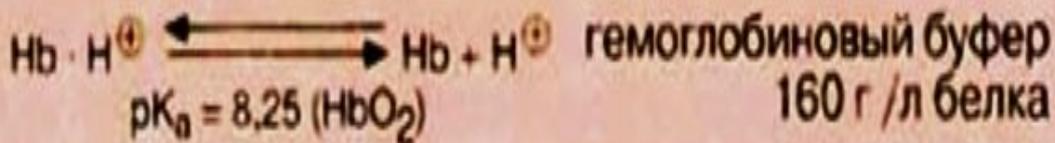
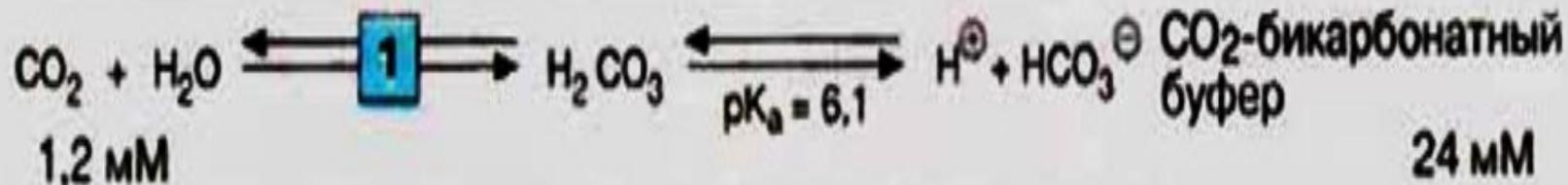
Удаление избытка воды и солей (функция почек)

Поддержание постоянства онкотического давления (за счет концентрации белков плазмы)

## НЕБЕЛКОВЫЕ БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

БУФЕРНАЯ КИСЛОТА	БУФЕРНОЕ ОСНОВАНИЕ	$K_p = \Delta[H]/\Delta pH$ Буферная способность
$H_2CO_3$	$HCO_3^-$	3,3
$CO_2$	$HCO_3^-$	6,1
$NH_4^+$	$NH_3$	9,2
$H_2PO_4^-$	$HPO_4^{2-}$	6,8
Цитрат <sup>2-</sup>	Цитрат <sup>3-</sup>	5,5
Мочевая к-та	Ураты	5,8
Молочная к-та	Лактат	3,9
Уксусная к-та	Ацетат	4,8

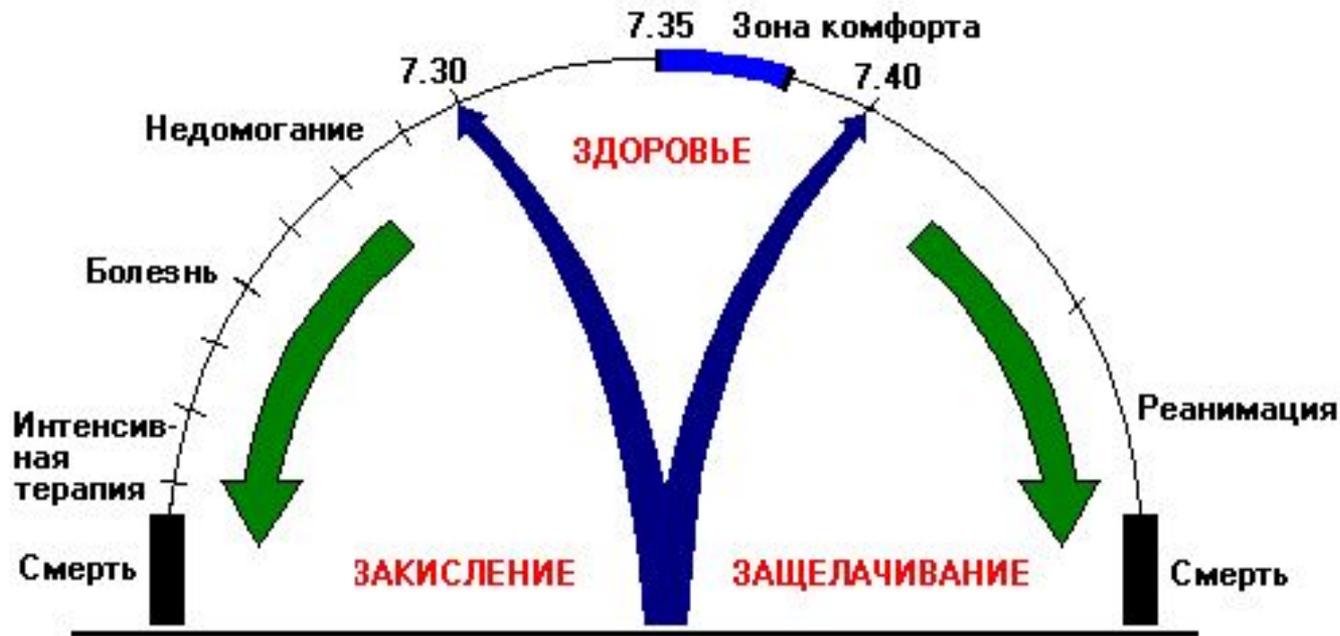
# Буферные системы крови



**1** Карбонат-дегидратаза 4.2.1.1

● ● ●

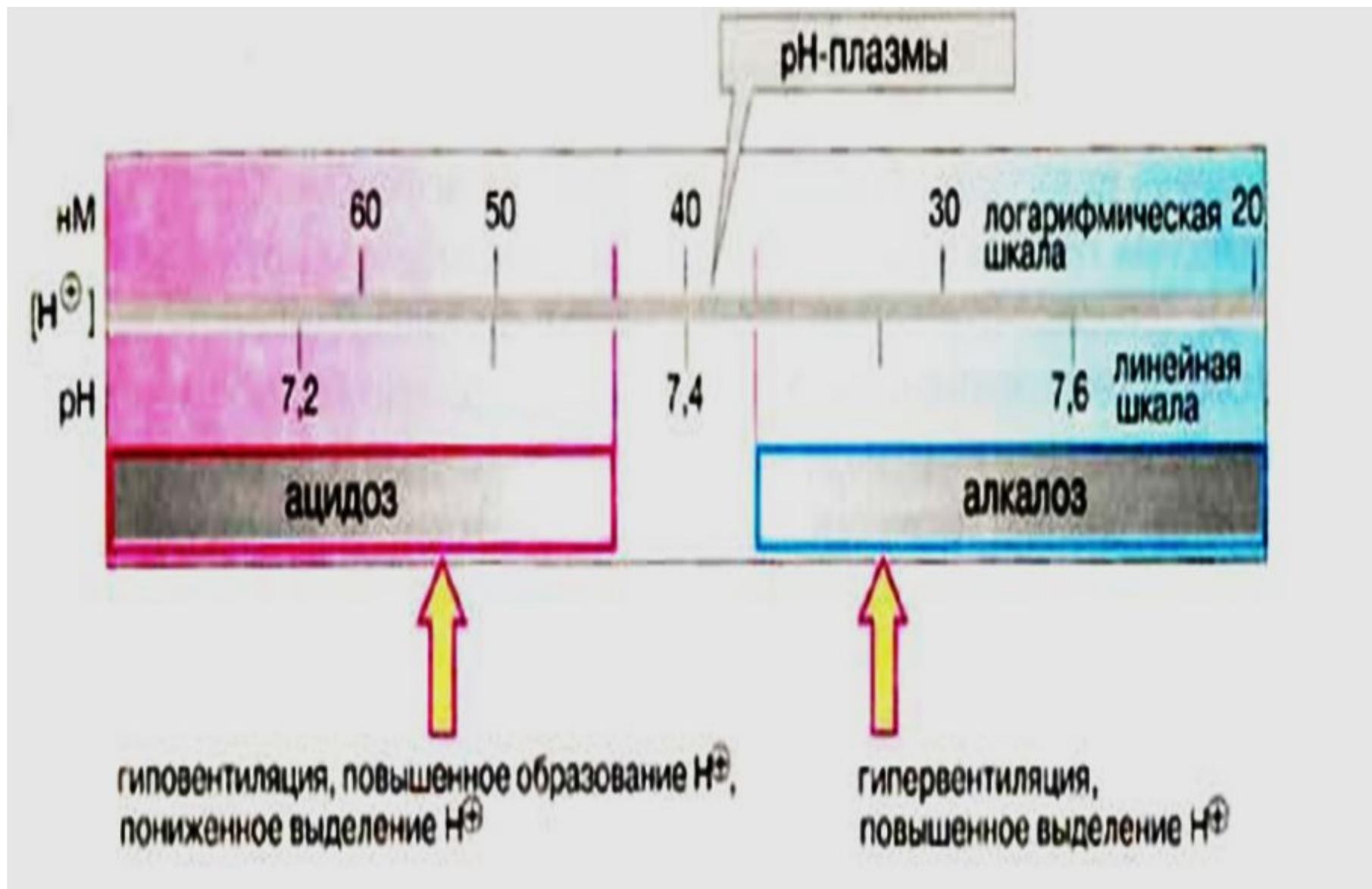
**pH** – это отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода. pH крови в норме от 7,37 до 7,43, т.е. создается постоянная **слабощелочная реакция крови**.



Сдвиг pH в кислую сторону ( $< 7,37$ ) называется **ацидозом**, сдвиг pH в щелочную сторону ( $> 7,43$ ) – **алкалозом**.

Каждый из этих двух типов сдвигов, в свою очередь, подразделяется на несколько разновидностей в зависимости от причин сдвига pH.

# Зависимость рН-плазмы от концентрации $H^+$ -ионов





## ● ● ● Дыхательный (респираторный) ацидоз и алкалоз

При снижении функции легких напряжение  $\text{CO}_2$  в крови увеличивается, а при гипервентиляции напряжение  $\text{CO}_2$  уменьшается, соответственно, развивается ацидоз или алкалоз.

### Метаболический ацидоз и алкалоз

При нарушениях реакций метаболизма – например, при сахарном диабете – в крови могут накапливаться продукты – нелетучие кислоты. И наоборот, поступление в кровь оснований или выделение с рвотой соляной кислоты приводит к ее защелачиванию. При нарушении функции почек почечные канальцы не справляются с функцией реабсорбции  $\text{H}^+$  и их выделением. Все эти сдвиги pH называются нереспираторными ацидозом и алкалозом.



**Спасибо за внимание!**