

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:

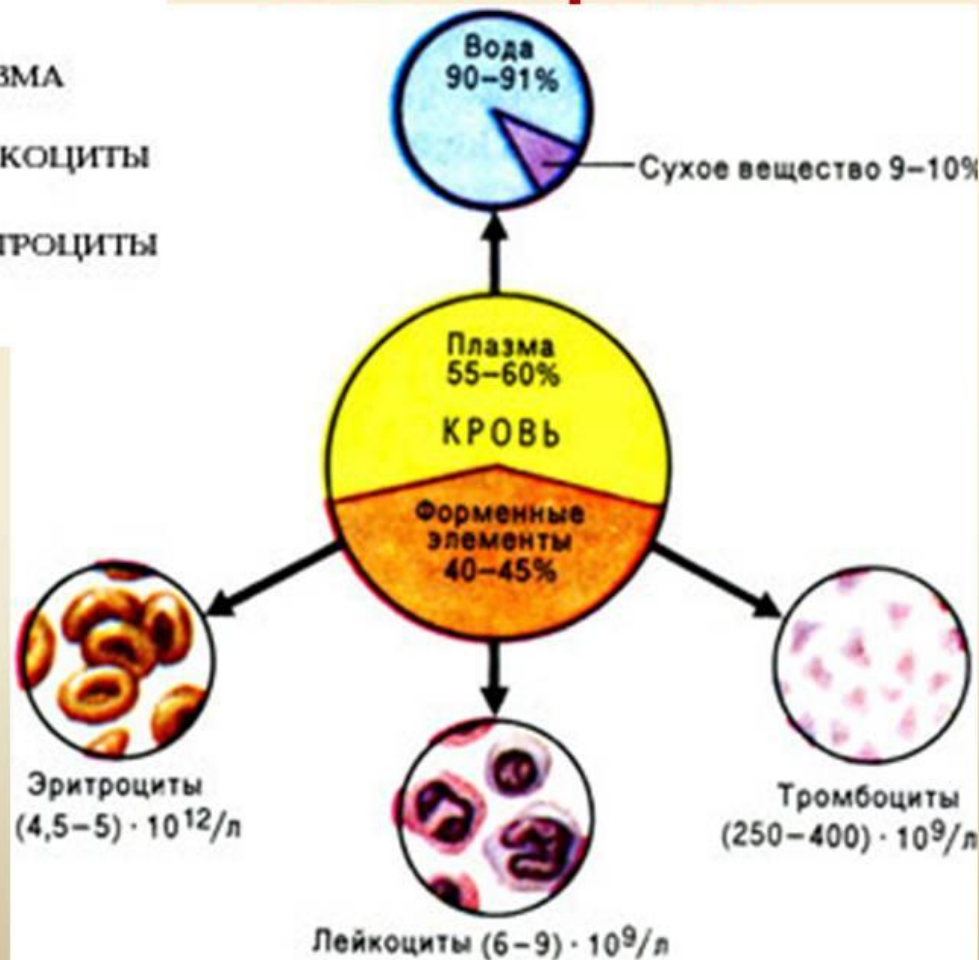
- Гемостатическая – защита от кровопотери (свертывающая и антисвертывающая системы);
- Иммунная – защита от инородных агентов – клеточный и гуморальный иммунитет (за счет фагоцитирующих и антителообразующих клеток).

Состав крови. Физико-химический гомеостаз внутренней среды.

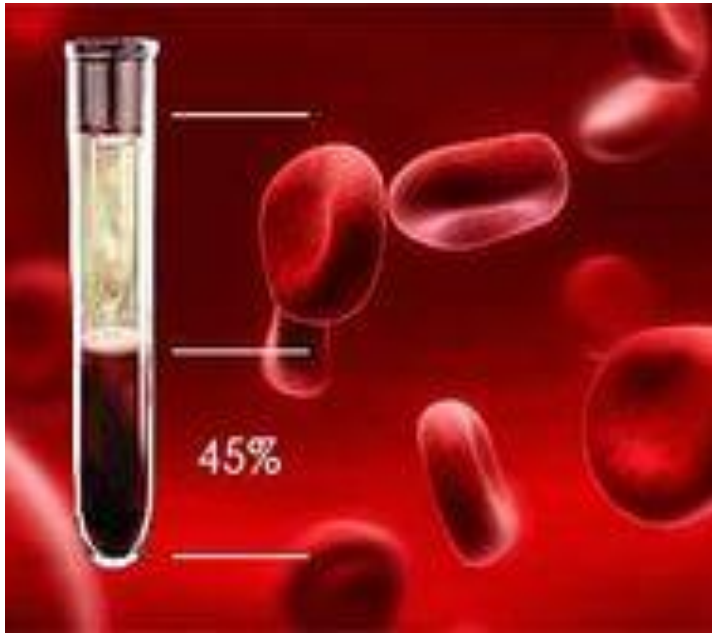


Состав и физические свойства циркулирующей крови постоянно контролируются механизмами нервной и гуморальной регуляции, за счет чего достигается постоянство внутренней среды организма, в каких бы условиях не находился организм

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.



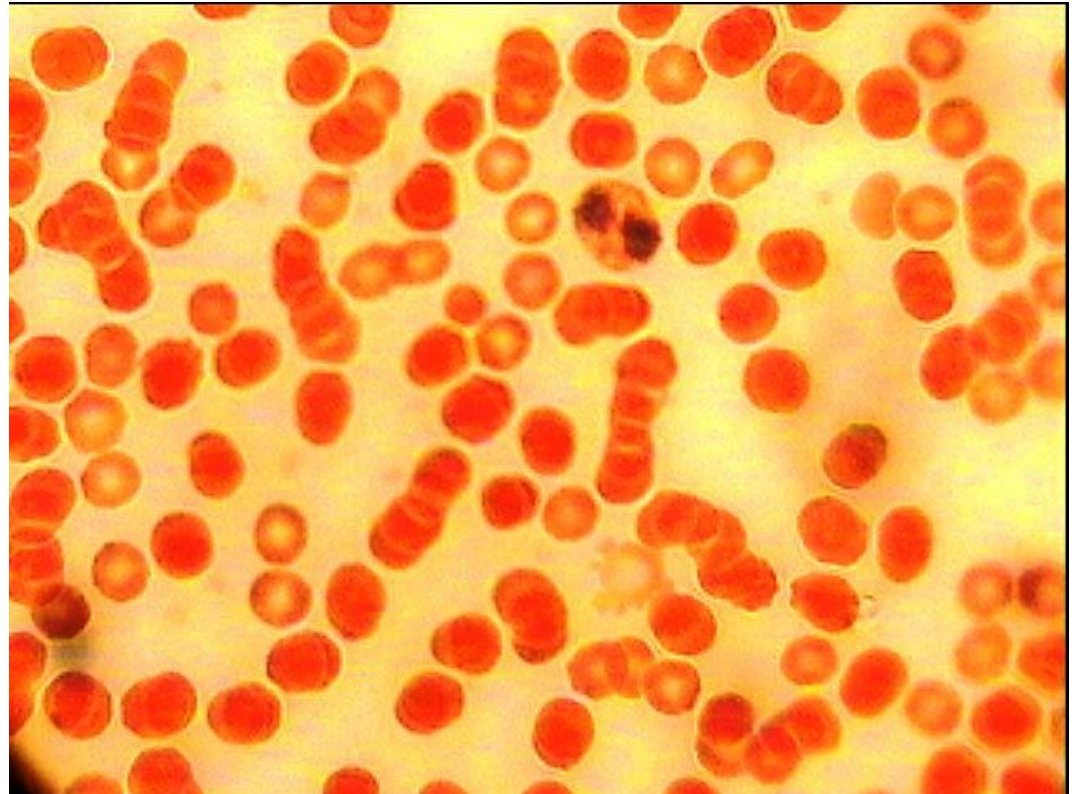
Нормы гематокрита	
В норме гематокрит равен:	
у мужчин	44-48%
у женщин	41-45%
У новорождённых	на 20% выше чем у взрослого
у маленьких детей	на 10% ниже, чем у взрослого

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/см³**
- **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 α - и β -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 – α_1 , α_2 , β , γ – 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

БЕЛКИ	КОНЦЕНТРАЦИЯ В ПЛАЗМЕ, г/л	ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ
АЛЬБУМИН	35–40	Онкотическое давление, транспорт Ca^{2+} , жирных кислот и других липофильных веществ
α_1 -глобулины	1,4-3,0	Транспорт липидов, тироксина, гормонов коры надпочечников. Ингибитор трипсина и химотрипсина
α_2 -глобулины	5,6-9,1	Ингибитор плазмина. Связывание свободного гемоглобина
β -глобулины	5,4-9,1	Транспорт липидов, железа. Белки системы комплемента
γ -глобулины	9,1-14,7	Циркулирующие антитела
Фибриноген	2,0-4,0	Свертывание крови, агрегация тромбоцитов
Протромбин	1	Свертывание крови



ФУНКЦИИ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ

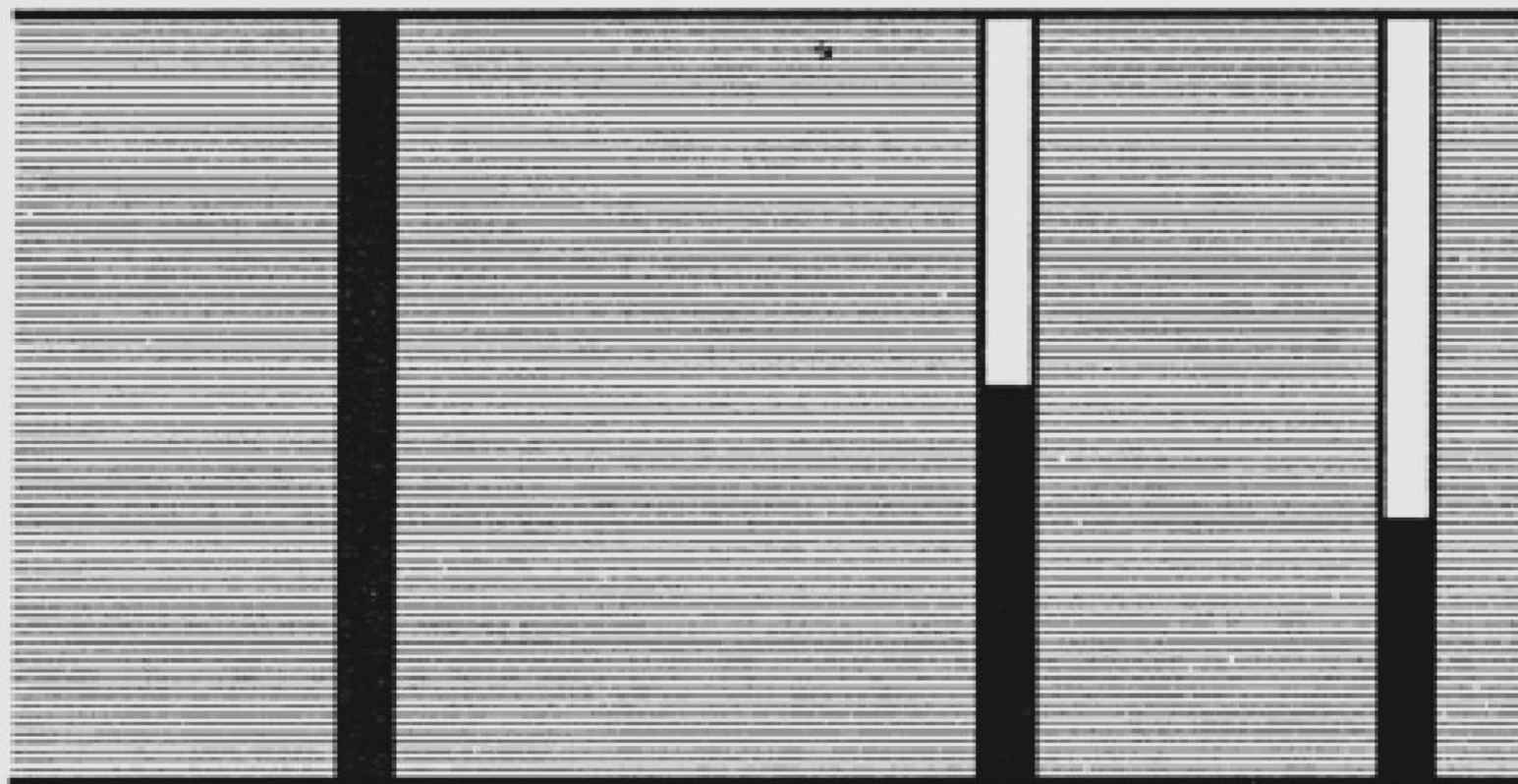
1. Формирование онкотического давления.
2. Питательная или трофическая функция.
3. Неспецифические переносчики катионов крови.
4. Стабилизирующая функция для эритроцитов, за счет создания вязкости.
5. Вязкость – для артериального давления (АД).
6. Буферные свойства – возможность поддержания рН, входят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

СКОРОСТЬ ОСЕДАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

СОЭ_{мужчины} = **1 - 10** мм/час

СОЭ_{женщины} = **2 - 15** мм/час

В пожилом возрасте до 20 мм/час





Электролитные свойства крови

Электролиты плазмы:

- **Катионы:** Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
- **Анионы:** SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2CO_3 , органические кислоты (молочная, лимонная, пировиноградная)

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

- ▣ Na^+ - 130-150 мэкв/л
- ▣ K^+ - 3,4-4,9 мэкв/л
- ▣ Ca^{2+} - до 10 мэкв/л
- ▣ 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

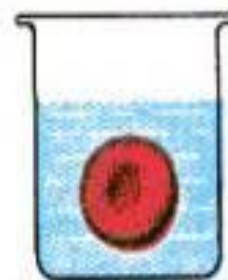
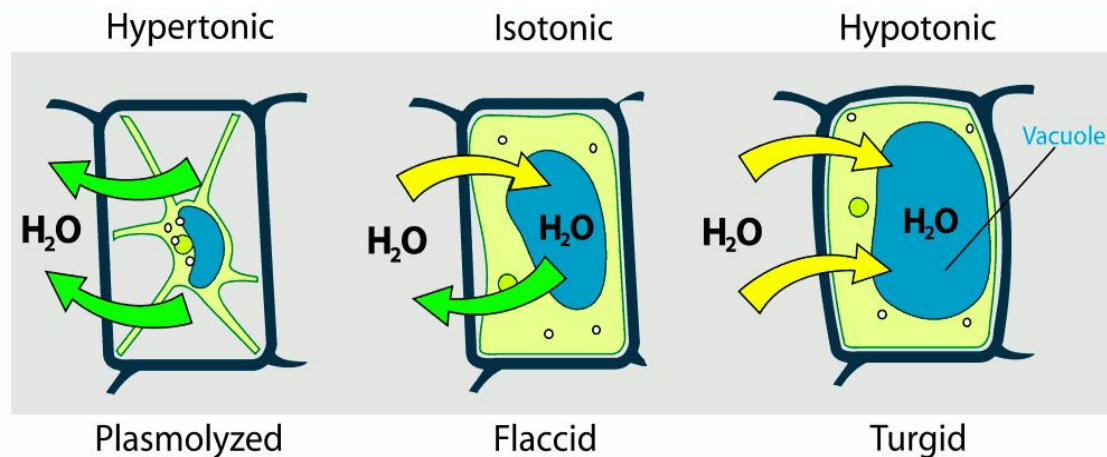
изотоническими

с большим давлением – **гипертонические**

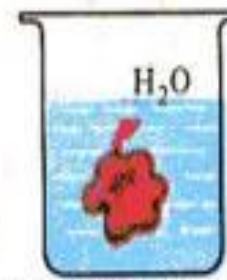
с меньшим – **гипотонические.**

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

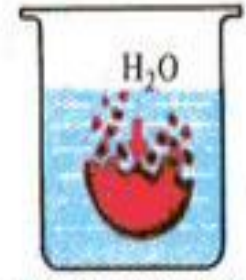
Раствор натрия хлорида, концентрация которого 0,9%, называется **физиологическим**. Его осмотическое давление такое же, как и у плазмы, поэтому в этом растворе объемные форменные элементы не теряют своих функций.



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

Поддержание
постоянного
осмотического
давления крови

Физико-химические механизмы

Буферные системы крови

Буферная емкость

Физиологические механизмы

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

Поддержание буферной емкости

Перераспределение воды между водными средами организма (3 основные среды)

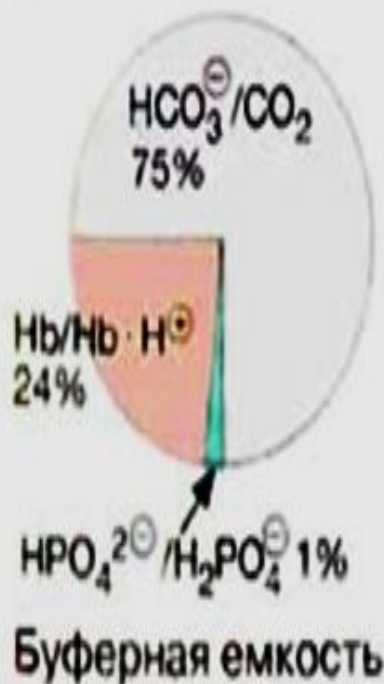
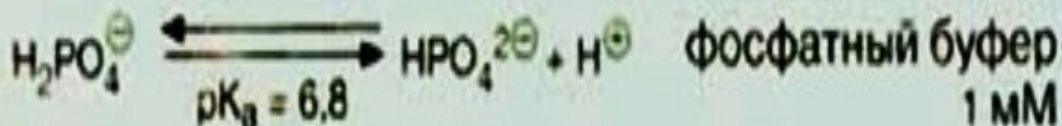
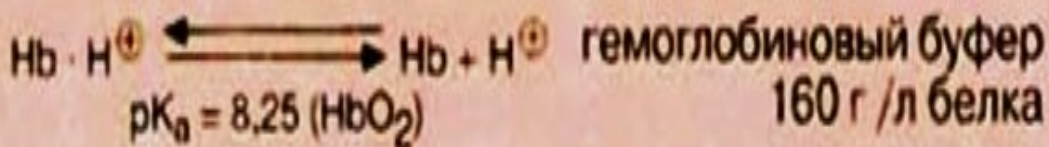
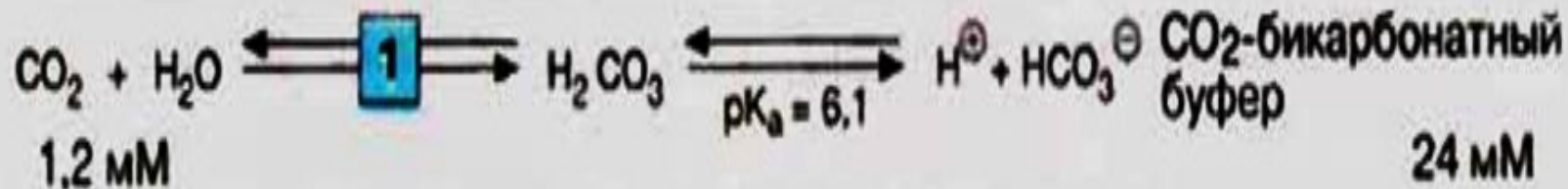
Удаление избытка воды и солей (функция почек)

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 ²⁻	Цитрат ³⁻	5,5
Мочевая к-та	Ураты	5,8
Молочная к-та	Лактат	3,9
Уксусная к-та	Ацетат	4,8

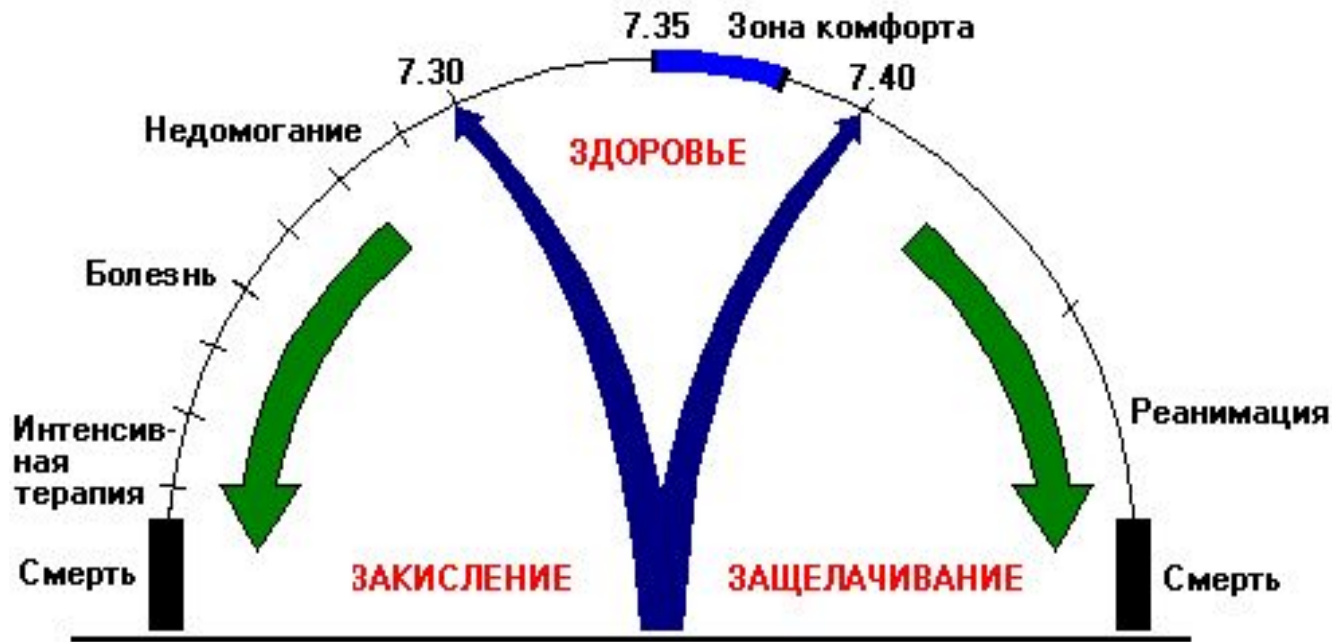
Буферные системы крови



1 Карбонат-дегидратаза 4.2.1.1

● ● ●

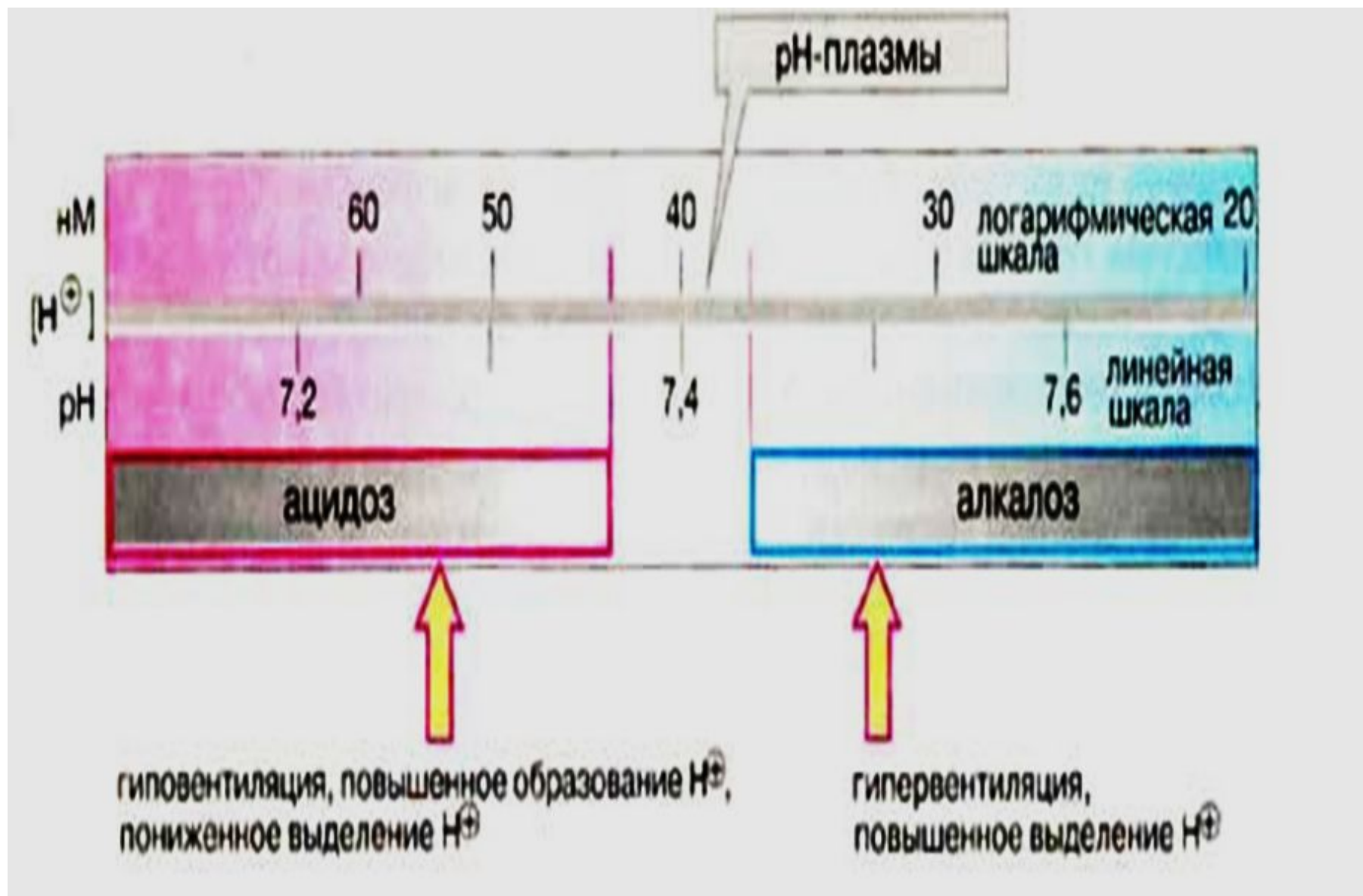
pH – это отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода. pH крови в норме от 7,37 до 7,43, т.е. создается постоянная **слабощелочная реакция крови**.



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 CO_2 в крови увеличивается, а при гипервентиляции напряжение 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 H^+ и их выделением. Все эти сдвиги pH называются нереспираторными ацидозом и алкалозом.



Спасибо за внимание!