

Характеристика крови как части внутренней среды организма

Функции крови

Транспортная



-перенос различных веществ к тканям и от них

Защитная



- Защита от чужеродных белков и токсинов;
- Защита от кровопотери;
- Защита от внутрисосудистого свертывания

Регуляторная,
модуляторная



Гуморальная регуляция

Состав крови

**Гематокрит – часть
объема крови,
приходящаяся на
форменные
элементы.**



Эритроциты

М- $(4,5-5,0) \cdot 10^{12}/л$

Ж – $(4,0-4,5) \cdot 10^{12}/л$



Лейкоциты

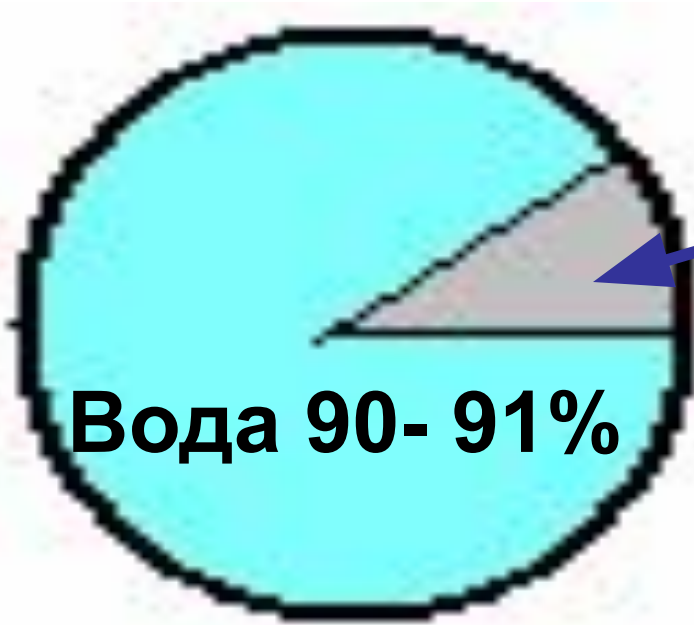
$(6-9) \cdot 10^9/л$



Тромбоциты

$250-400 \cdot 10^9/л$

Состав плазмы



Сухое вещество
9 – 10%

Состав:

Белки – 6-8%

Альбумины 4-5 %

Фибриноген 0,4%

Глобулины 2-3%

- Глюкоза, нейтральные жиры, липоиды.
- аминокислоты, полипептиды.
- Утилизируются клетками.
- Продукты распада белков: мочевины, мочевая кислота,
- креатинин, аммиак.
- Выводятся из организма.
- Электролиты.

Роль составляющих плазмы

Функция электролитов

- 1. Обеспечивают физиологические свойства клеток.
- 2. Создают осмотическое давление ($P_{осм.}$) На 96%. создается растворенным в крови NaCl.
(в $N = 7,6$ атм.).
- Такое же осмотическое давление создает 0,85% раствор NaCl – физиологический раствор.

Виды растворов.

1. Изотонические
2. Гипертонические
3. гипотонические

Роль белков плазмы крови

- 1. **Транспортная** – переносят веществ к месту потребления
- (ЖК, гормонов, билирубина, лекарств и т.д.).
- 2. **Создают онкотическое давление** (0,03 -0,04 атм.). Удерживают около себя воду.

- 3. Питательная функция.

- 4. Буферная функция.

- 5. Защитная функция.

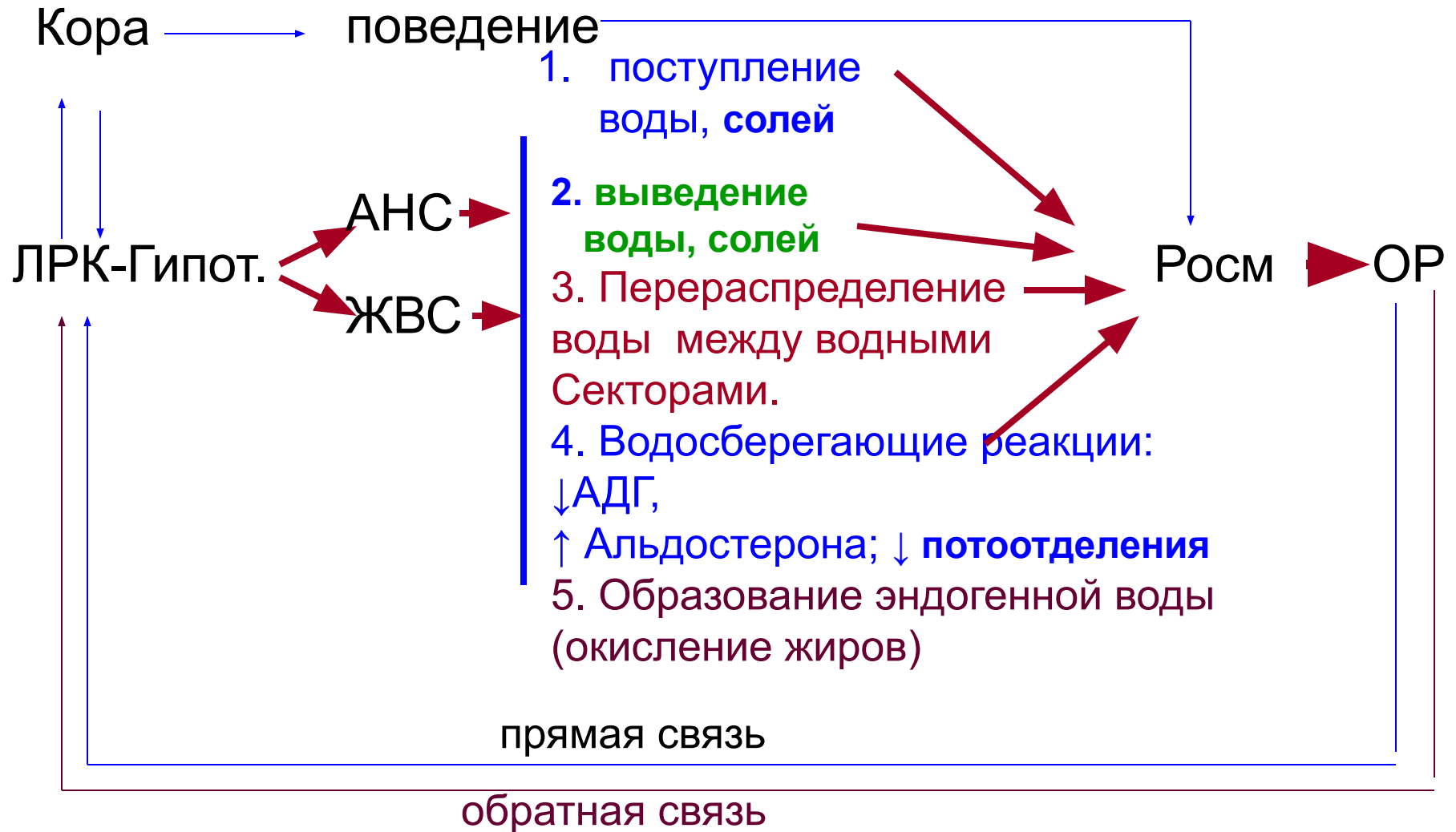
Участвуют в гомеостазе (факторы свертывания крови), иммунных реакциях

- (антитела)

Константы крови как системообразующие факторы

- Изменение состава внутренней среды обеспечивает запуск и активацию регуляторных систем, восстанавливающих гомеостатические величины.
- Формируются специфические функциональные системы по поддержанию $P_{\text{осм.}}$, ОЦК и АД, pH и др. величин.

Функциональная система поддержания Росм.



Объем циркулирующей крови (ОЦК)



Выход крови из депо

```
graph TD; A[Выход крови из депо] --> B[при снижении содержания O₂ в крови]; A --> C[при повышении кислотности крови]; A --> D[при кровопотере];
```

при снижении содержания
 O_2 в крови

при повышении кислотности
крови

при кровопотере

Кровопотеря

- Потеря $\frac{1}{4}$ ОЦК быстро и $\frac{1}{3}$ медленно не смертельна. Успевают активироваться компенсаторные механизмы.

Последствия кровопотери

1. Уменьшается ОЦК и снижается ее транспортная, защитная функция.
2. Падает АД и нарушается газообмен в тканях.

Кислотно-щелочное равновесие

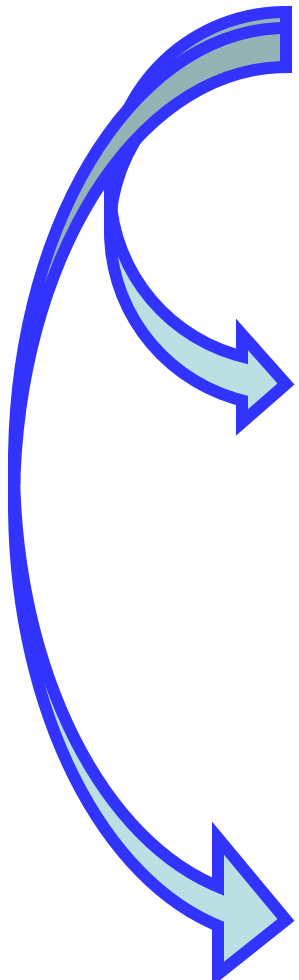
- КЩР является одним из важнейших и наиболее стабильных показателей постоянства внутренней среды.

- Активную реакцию среды оценивают показателем pH.
- pH – это водородный показатель.
- Так обозначается отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода: $-\log[\text{H}^+]$.
- Для нейтрального раствора $\text{pH} = 7$, кислого <7 , щелочного $\text{pH} >7$.

- рН – жесткая гомеостатическая величина
- Сдвиг рН крови даже на 0,1 относительно нормы вызывает нарушение функций СС, дыхательной систем;
- на 0,3 – коматозное состояние;
- на 0,4 – состояния, не совместимые с жизнью.

Поддержание рН крови

Постоянство pH поддерживается

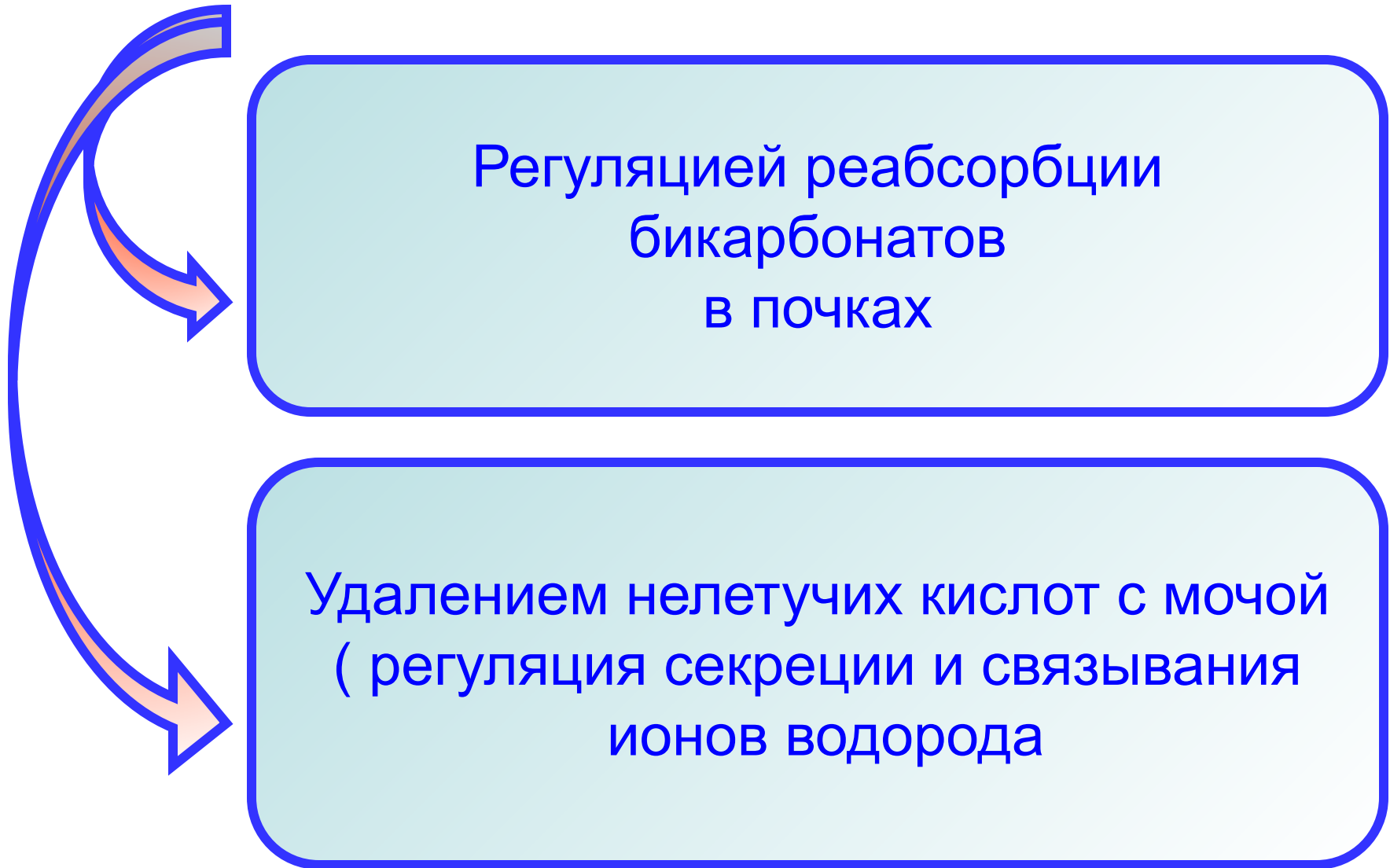


Физико-химическими механизмами
(буферными системами внутренней
среды, тканевыми обменными
процессами)

**Физиологическими гомеостатическими
системами.**

Это органы выведения :
легкие, почки, ЖКТ, кожа, костная
ткань

Постоянство pH поддерживается



Буферные системы крови

- - смеси, препятствующие изменению pH среды при внесении в нее кислот или оснований.
- Буфер образован слабой кислотой и ее солью с сильным основанием.

В крови имеется 4 буферных системы:

- Карбонатный буфер (53% общей буферной емкости).
- $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{NaHCO}_3$

- Фосфатный (5% общей буферной емкости).
- $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$

- Гемоглобиновый (35% общей буферной емкости).

- Представлен
восстановленным
гемоглобином (HHb)

- и его калиевой солью (KHHb).

- Буфер в тканях играет роль щелочи, связывая H ($\rightarrow$);
- в легких – роль кислоты, отдавая H ($\leftarrow$);

- Белковый (7% общей буферной емкости).

Работа буферных систем

- Кислые вещества крови связываются щелочными компонентами буферных систем,
- Щелочные вещества связываются кислотными компонентами буферных систем.

Щелочной резерв крови

- образован щелочными компонентами буферных систем.

Работа органов выведения

1. Легкие –удаляют летучую угольную кислоту в виде CO_2 .

- При возрастании концентрации ионов H^+ увеличивается вентиляция легких.

2. Почка обеспечивает:

- -удаление ионов H^+ путем секреции их в канальцах нефрона;
- -восстанавливает соотношение кислотных и основных компонентов буферных систем

3.Печень.

- - нейтрализует органические кислоты;
- -удаляет ион H^+ путем синтеза аммиака NH_3 ;
- -удаляет молочную кислоту (в процессе глюконеогенеза превращает ее в глюкозу).

Желудок.

- -регулирует рН путем выведения ионов H^+ и Cl .
- Кожа.
- -удаление мочевой кислоты.

Варианты изменения рН крови

**Ацидоз –
закисление
крови
(рН 7,3-7,0)**

Респираторный
связан с нарушением
выделения CO_2
в легких
(например, при
пневмонии)

**Нереспираторный или
метаболический .**
Связан с накоплением
нелетучих кислот
при недостатке
кровообращения,
уремии, при
поступлении
кислот извне.

Варианты изменения pH крови



Кровезамещение

- Кровезамещение и кровезамещающие растворы используется для решения определенных задач:

- 1. плазмозамещение (с целью поддержания P осм, pH, онкотического давления);
- 2.восстановление дыхательной функции;
- 3.снятие интоксикации;
- 4.повышение защитной функции крови;
- 5.обеспечение питания организма.

Правила переливания крови.

- 1. Определить группу крови во флаконе.
- 2. Rh – фактор.
- 3. Пробу на индивидуальную совместимость:
 - на стекле капля сыворотки или плазмы реципиента + кровь донора (10 : 1).

- 4. Проба на резус – СОВМЕСТИМОСТЬ:
- в пробирку 2 капли сыворотки или плазмы реципиента + 1 капля крови донора и 1 каплю 33% раствора полиглюкина,
- 3 минуты перемешиваем, затем + 2 – 5мл физиологического раствора.

- 5. Трёхкратная биологическая проба:
- 3 раза по 15 – 20мл вливаем донорскую кровь струйно с интервалом 3 минуты.
- 6. Остальную часть крови перелить капельно или струйно (по показаниям).



Транспортная функция крови

Заключается в переносе кровью
различных веществ.

Специфической особенностью крови
является транспорт O_2 и CO_2 .

Транспорт газов осуществляется
гемоглобином эритроцитов и плазмой.

Соединения гемоглобина с газами.

- Соединения гемоглобина с кислородом называется оксигемоглобином (HbO_2), обеспечивает алый цвет артериальной крови.

Кислородная емкость крови (КЕК).

- Это количество кислорода, которое может связать 100г крови.
- Известно, что один 1 г. гемоглобина связывает 1,34 мл O_2 . $КЕК = Hb \cdot 1,34$.

- Для артериальной крови КЕК = 18 – 20 об% или 180 – 200 мл/л крови.
- В венозной крови O_2 -120мл/л.

Кислородная емкость зависит от:

- 1) количества гемоглобина.
- 2) температуры крови (при нагревании крови снижается)
- 3) pH (при закислении снижается)
- 4) содержания CO_2 (при повышении снижается).

Патологические соединения гемоглобина с кислородом.

- Метгемоглобин.
- При действии сильных окислителей Fe^{2+} переходит в Fe^{3+} .

•

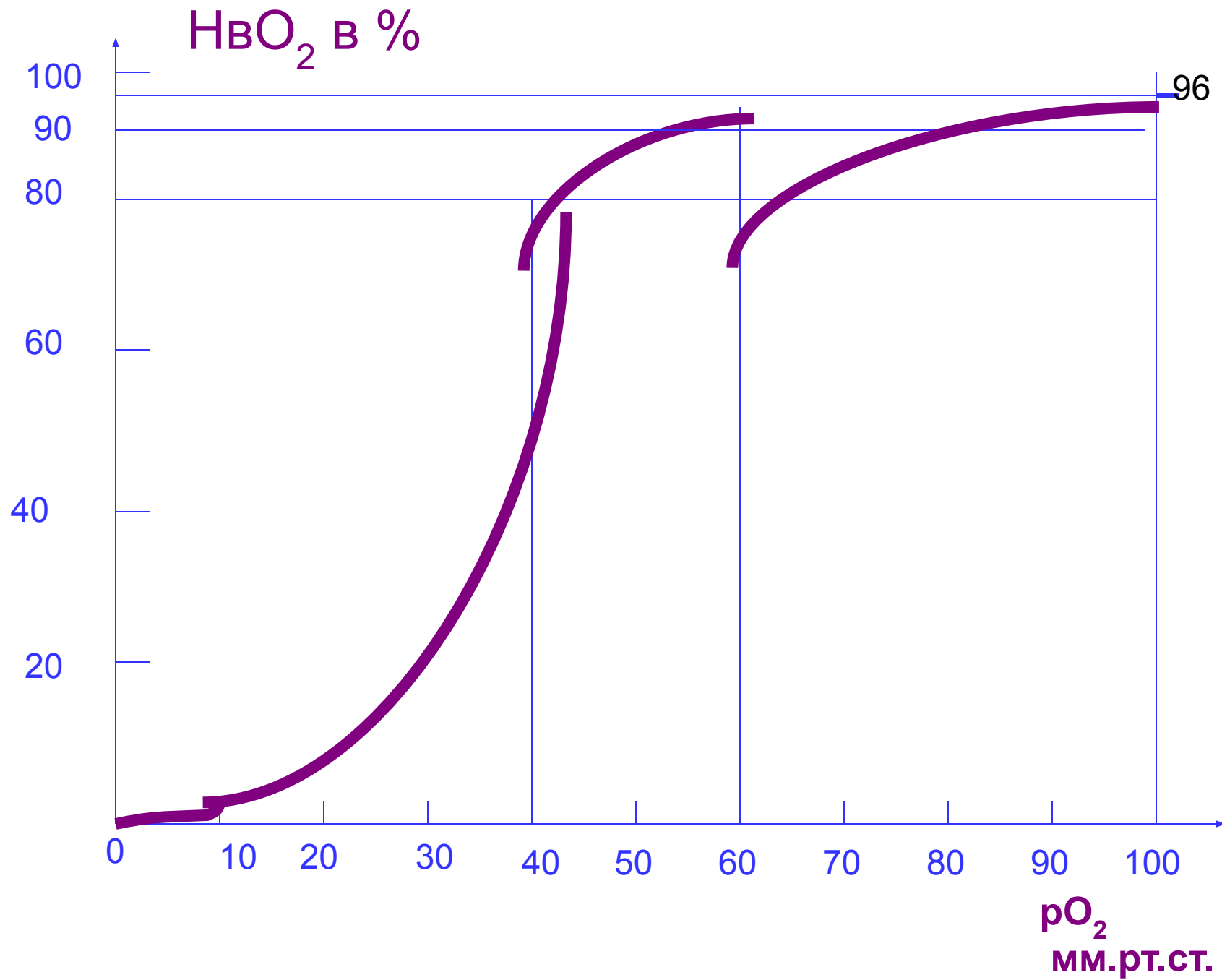
Факторы влияющие на образование HbO_2 .

- 1) Напряжение O_2 в крови.
- Графически зависимость количества HbO_2 от напряжения O_2 можно представить в виде кривой диссоциации оксигемоглобина.
- Кривая носит S – образный характер.

- При напряжении $O_2 = 0$
 $HbO_2 = 0$.
- Повышение содержания O_2
вызывает не совсем
пропорциональный рост
количества HbO_2 .

- При повышении PO_2 с 10 до 40 мм рт ст.
- количество HbO_2 быстро нарастает до 80%.
- При 60 мм рт ст. Hb насыщается O_2 на 90%.
- При дальнейшем увеличении PO_2 количество HbO_2 увеличивается до 96%.

- Кривая диссоциации оксигемоглобина показывает сродство Hb к O₂



Соединения гемоглобина с CO_2

- называется карбгемоглобин HbCO_2 .
- В артериальной крови его содержится 52 об% или 520 мл/л.
- В венозной – 58 об% или 580 мл/л.

- Патологическое соединение гемоглобина с СО называется карбоксигемоглобин (HbCO).

Миоглобин.

- Это гемоглобин, содержащийся в мышцах и миокарде.
- Обеспечивает потребности в кислороде при сокращении мышц с прекращением кровотока (для скелетных мышц - изометрический режим).

Транспорт газов плазмой крови

- **Транспорт кислорода**

- В плазме при нормальном атмосферном давлении растворяется 2,5 мл O_2 в 1 л крови.
- При повышении давления растворимость O_2 повышается до 7 мл в 1 л.

Транспорт CO_2

- Общее содержание CO_2 в венозной крови 580 мл в 1 л крови.
- Транспортные формы CO_2 .
 - 1) В виде H_2CO_3 – 25мл;
 - 2) В виде карбгемоглобина – 50мл.
 - 3) В виде бикарбонатов - 480мл.
- В виде натриевой соли угольной кислоты в плазме – 340 мл.
- К – соли в эритроцитах – 140мл.
- 4) В растворенном в плазме состоянии 25 мл.



Характеристика

- 85% Эр — двояковогнутый диск, легко деформируется, что необходимо для прохождения его через капилляр.
- Превращение Эр в сфероциты приводит к тому, что они не могут пройти через капилляр и задерживаются в селезенке, фагоцитируются.

- 15% Эр имеют различную форму, размеры и отростки на поверхности.
- Диаметр эритроцита = 7,2 – 7,5 мкм.
- Больше 8 мкм – макроциты.
- Меньше 6 мкм – микроциты.

Количество эритроцитов

- М – $4,5 - 5,0 \cdot 10^{12}/л.$
- Ж – $4,0 - 4,5 \cdot 10^{12}/л$
- Снижение содержания эритроцитов - эритропения.
- Повышение - эритроцитоз



Функции эритроцитов.

- 1) Транспорт O_2 , CO_2 , АК, пептидов, нуклеотидов к различным органам для регенеративных процессов.
- 2) Адсорбирование и инактивирование токсичных продуктов эндогенного, экзогенного, не бактериального происхождения .
- 3) Участие в регуляции рН крови за счет гемоглобинового буфера.

- 4) Эр принимают участие в свертывании крови и фибринолизе, сорбируя на всей поверхности факторы свертывающей и противосвертывающей систем.
- 5) Эр участвуют в иммунологических реакциях, например агглютинации, т. к. в их мембранах есть антигены — агглютиногены.

Гемоглобин (Hb)

- В каждом эритроците около 28 млн молекул **Hb**.
- На долю **Hb** приходится 34% общей и 90 – 95% сухой массы эритроцита.
- **Функции:**
 - Он обеспечивает транспорт O_2 и CO_2 .

Содержание гемоглобина.

- М. от 130 до 160 г/л (ср. 145г/л).
- Ж. от 120 до 140г/л.
- Идеальное содержание Нв 167г/л.



Состав Hb

- Hb— сложный хромопротеид.
- Состоит из железосодержащих групп гема и белкового остатка глобина.
- На долю гема приходится 4%, глобина – 96%.
- Гем построен из 4 молекул пиролла, образующих порфириновое кольцо, в центре которого находится атом железа (Fe^{2+}).

Виды Hb.

- 7 – 12 неделя внутриутробного развития Hb P (примитивный).
- На 9-ой неделе – Hb F (фетальный).
- К моменту рождения – появляется Hb A.
- В течение первого года жизни Hb F полностью заменяется на Hb A.

- Hb P и Hb F имеют более высокое сродство к O_2 , чем Hb A, т. е. способность насыщаться O_2 при меньшем его содержании в крови.
- Сродство к O_2 определяют глобины.

2. Снижение содержания O_2

- Это главный стимулятор эритропоэза.
- Хронический дефицит O_2 являются системообразующим фактором,
- который воспринимается центральными и периферическими хеморецепторами.

Имеет значение хеморецептор ЮГКП.

- Он стимулирует образование эритропоэтина в почке, который увеличивает:
 - 1) дифференцировку стволовой клетки.
 - 2) ускоряет созревание эритроцитов.
 - 3) ускоряет выход эритроцитов из депо костного мозга

**Факторы, необходимые для
образования эритроцита.**

Роль витаминов.

Витамин В₁₂

- В₁₂ – внешний фактор кроветворения (для синтеза нуклеопротеидов, созревания и деления ядер клеток).
- Причина В₁₂ – дефицита – отсутствие внутреннего фактора Кастла (гликопротеин, связывает В₁₂ и предохраняет от расщепления пищеварительными ферментами).

•

Фолиевая кислота

- Необходима для синтеза ДНК, глобина.
- Содержится в овощах (шпинат), дрожжах, молоке.

- V_6 — для образования гемма.
- V_2 — для образования стромы,
- Пантотеновая кислота — синтез фосфолипидов.

- **Витамин С** – поддерживает метаболизм фолиевой кислоты, железа, (синтез гемма).
- **Витамин Е , РР**– защищает фосфолипиды мембраны эритроцита от перекисного окисления, усиливающего гемолиз эритроцитов.

- Для синтеза гемоглобина и образования эритроцитов требуются железо.
- 95% суточной потребности получает организм из разрушающихся эритроцитов. Ежедневно требуется 20 – 25 мг Fe.

- микроэлементы: Fe, Co, Cu, Mn, Cu, Mn, Zn, Ni, Co, селен

Эритропоэз стимулируют

- Тропные гормоны аденогипофиза за счет усиления секреции гормонов эндокринных желез.
- Механизм – стимулируют образование эритропоэтина в почке.
- Андрогены
- Инсулин
- Катехоламины через β – АР,
- Андрогены,
- ПГЕ, ПГЕ₂,
- Симпатическая система.

Тормозят эритропоэз

1. Эстрогены

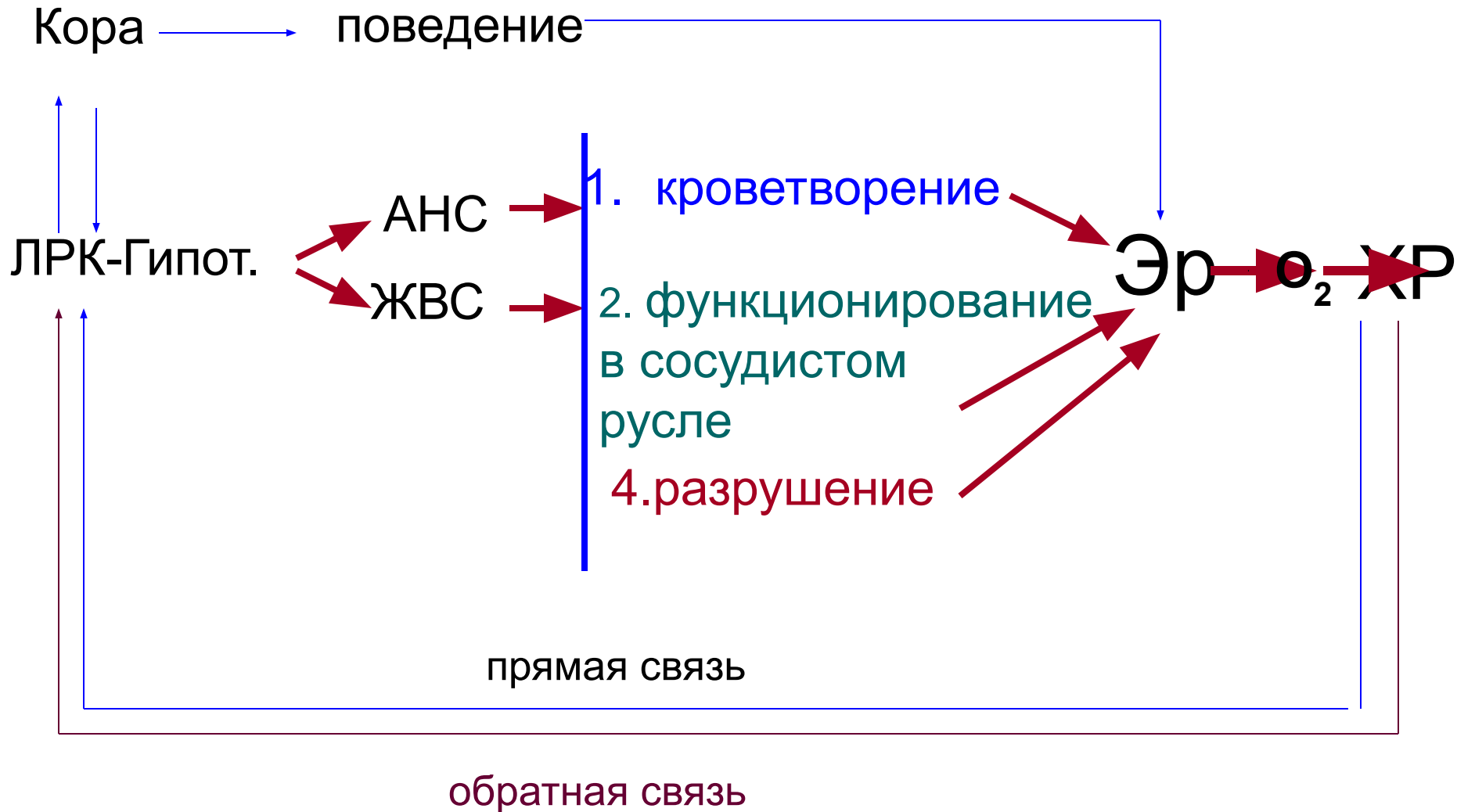
2. Глюкагон

3. Ингибирующий фактор при
беременности

Деструкция эритроцитов.

- Продолжительность жизни эритроцита в русле ~ 120 дней.
- В этот период развивается физиологическое старение клетки. При старении уменьшается образование АТФ.
- Около 10% эритроцитов разрушаются в норме в сосудистом русле, остальные в печени, селезенке.

Функциональная система поддержания количества эритроцитов в крови



Группы крови.

Открыты австрийским
ученым

К. Ландштейнером и
чешским врачом

Я. Янским в 1901г 1903г.

- Термином группы крови обозначают **иммунобиологические** свойства крови,
- на основании которых кровь всех людей, независимо от пола, возраста, расы, географической зоны
- можно разделить на строго определенные группы.

- Известно более 300 групповых факторов крови, которые объединяются в несколько групповых систем.

Система АВ0

- Это основная серологическая система,
- определяющая
- совместимость или несовместимость крови
- при ее переливании.

Распределение агглютиногенов и агглютининов

Группа крови	Агглютиногены эритроцитов	Агглютинины плазмы
I	O	α и β .
II	A	β
III	B	α
IV	A, B	0

- I гр. – 40 – 50%;
- II гр. – 30 – 40%;
- III гр. – 10 – 20%;
- IV гр. – 5%.

Система резус (Rh)

- Открыта в 1937 – 1940 гг.
- К. Ландштейнером и
- В. Винером.
- Антигены системы резус находятся в мембране эритроцитов.
- Наиболее важными являются D, C, E.

- Самым активным является антиген D.
- По его наличию или отсутствию определяют резус-принадлежность крови (Rh^+ или Rh^-).
- Главной особенностью системы резус является отсутствие в плазме врожденных антител – агглютининов.

Резус- конфликт

- Возникает
- 1.при переливании Rh^- реципиенту Rh^+ крови;
- 2. При беременности: если мать Rh^- а плод Rh^+ .