

Характеристика крови как части внутренней среды организма

Функции крови

Транспортная



- Газы: O_2 , CO_2 ;
- Питательные вещества:
Глюкоза, аминокислоты,
жирные кислоты, липопротеиды,
хиломикроны;
- Метаболиты: молочная кислота,
креатинин;
- Ионы, вода, гуморальные
вещества.

Защитная



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

Регуляторная,
модуляторная



Поддержание констант крови,
т.к. изменение констант приводит
к изменению активности
регуляторных механизмов.

Основные константы крови человека

Количество крови	7% от массы тела	Na ⁺	1,8 – 2,2 г/л
Вода	90- 91%	K ⁺	1.5 – 2.2 г/л
Плотность	1056-1060	Ca ²⁺	0,04 – 0,08 г/л
Вязкость	4, 5 усл. ед. по отношению к воде	Анионы: Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ , HPO ₄ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ Микроэлементы: Cu, Co, Mn, Zn, И другие	
pH	Артериальной 7,45 Венозной - 7,36	Онкотическое давление	25 – 30 мм рт.ст
Общий белок	65 – 85 г/л	Осмотическое давление	7,6 – 8,1 атм

Состав крови

Гематокрит – часть объема крови, приходящаяся на форменные элементы.

М – 44 – 48 об%

Ж – 41 – 45 об%



Эритроциты

М- $(4,5-5,0) \cdot 10^{12}/л$

Ж – $(4,0-4,5) \cdot 10^{12}/л$



Лейкоциты

$(6-9) \cdot 10^9/л$

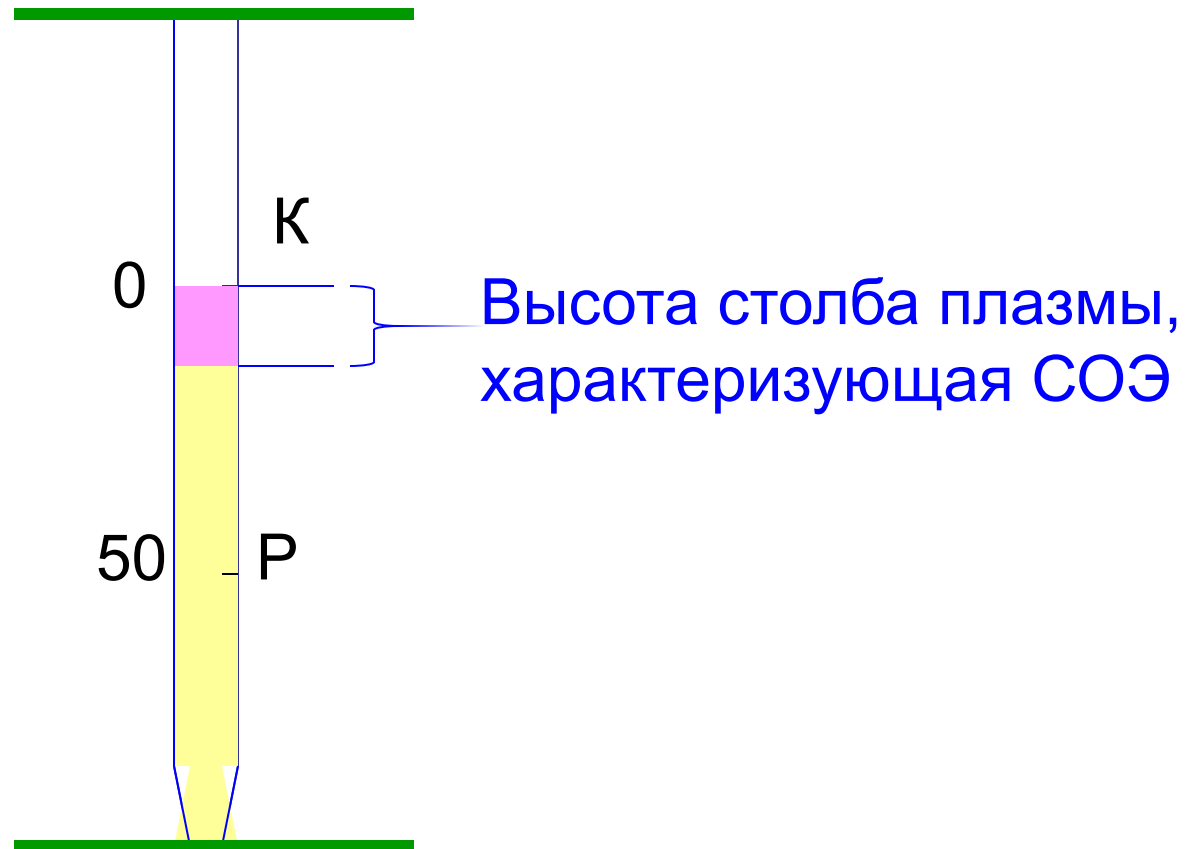


Тромбоциты

$250-400 \cdot 10^9/л$

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)

- М – 2 – 10 мм/час
- Ж – 2 – 15 мм/час
- **СОЭ зависит от:**
 - количества эритроцитов
 - заряда эритроцитов
 - **белкового состава плазмы:** возрастание глобулиновой фракции сопровождается увеличением СОЭ



Капилляр для определения СОЭ.

Устанавливается в штатив Панченкова на 1 час

Состав плазмы



Сухое вещество
9 – 10%

Состав:

Белки – 6-8%

Альбумины 4-5 %

Фибриноген 0,4%

Глобулины 2-3%

- Глюкоза, нейтральные жиры, липоиды.
- Продукты гидролиза белков: 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 ($P_{\text{осм.}}$) На 96%. создается растворенным в крови NaCl.
(в $N = 7,6$ атм.).
- Такое же осмотическое давление создает 0,85% раствор NaCl – физиологический раствор.

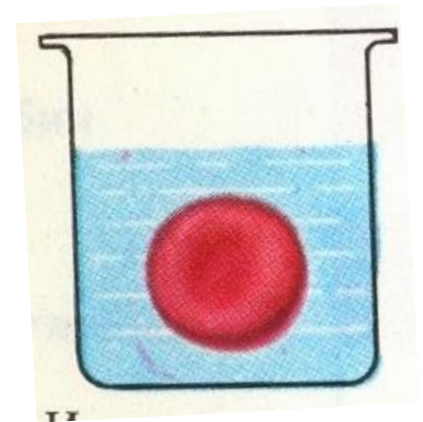
- Любые отклонения осмотического давления приводят
- к перераспределению воды между клеткой, межклеточным и внутрисосудистым водными секторами тела.
- Вода перемещается в область высокого осмотического давления.

Виды растворов.

Изотонический
(осмотическое давление
такое же,
как у плазмы крови)

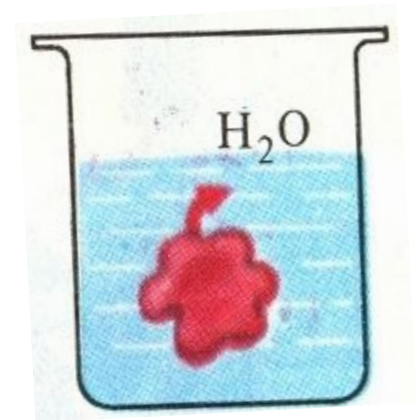


**Нет перераспределения
воды. Эритроцит в таком
растворе не изменен**



Гипертонический
(осмотическое
давление
выше, чем у плазмы
крови)

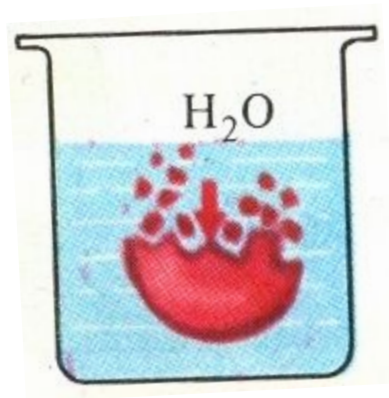
**В таком растворе вода
выходит из эритроцита.
Сморщивание
эритроцита.**



Гипотонический
(осмотическое
давление
ниже, чем у плазмы
крови)



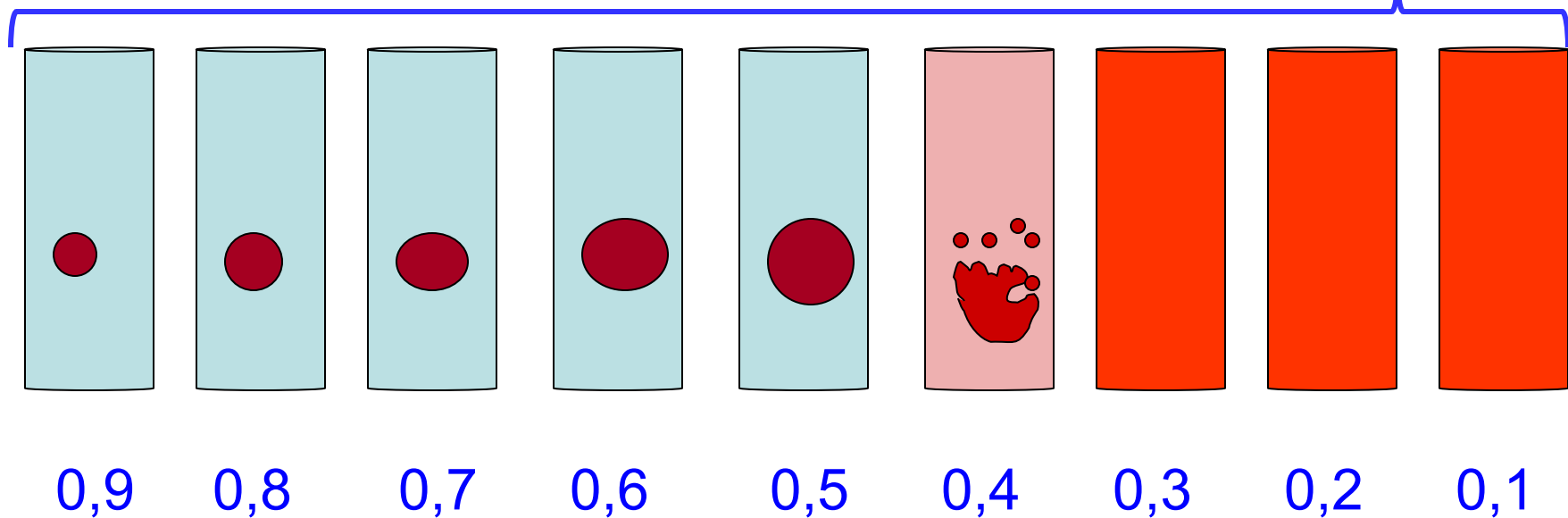
**Вода входит в эритроцит. Эритроцит
набухает и происходит осмотический
гемолиз.**



Определение осмотической резистентности эритроцитов

Определение осмотической резистентности эритроцитов

растворы NaCl



Начало разрушения Эр

Полное разрушения Эр.
Лаковая коовь

Роль белков плазмы крови

- 1. **Транспортная** – перенос веществ к месту потребления (например, транспорт ЖК, гормонов, билирубина, лекарств и многих низкомолекулярных веществ).
- 2. **Создают онкотическое давление (0,03 -0,04 атм.). Удерживают около себя воду.**

- **3. Питательная функция.** В 3 литрах плазмы растворено 200 г белка.
- АК используются клетками.
- **4. Буферная функция.** Поддерживают рН крови благодаря амфотерным свойствам.
- **5. Защитная функция.** Участвуют в гемостазе (факторы свертывания крови), иммунных реакциях
- (антитела)

Константы крови как системообразующие факторы

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

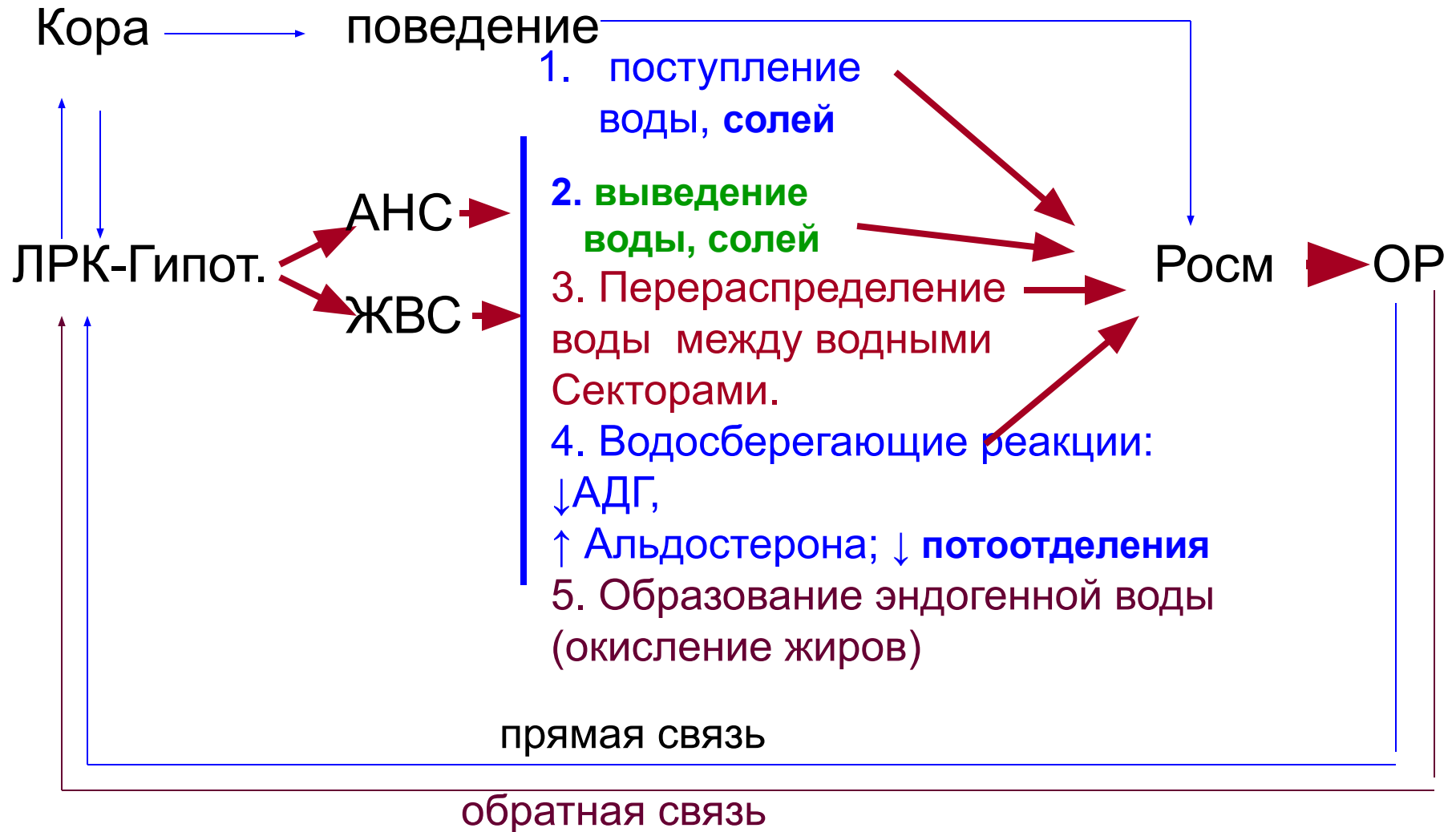
Поддержание осмотического давления.

- Осуществляется за счет поступления или выведения воды и солей.
- Выведение происходит с потом и мочой.
- При этом их Росм. может колебаться в широких пределах:

Росм. пота = 7,2 атм.,

Росм. мочи до 25 атм.

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

Изменения ОЦК

```
graph TD; A[Изменения ОЦК] --> B[Снижение]; A --> C[Повышение]; B --> D[При кровопотере]; B --> E[При обезвоживании]; C --> F[При задержке воды в организме];
```

Снижение

**При
кровопотере**

**При
обезвоживании**

**Повышени
е**

**При задержке
воды
в организме**

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.

Функциональная система поддержания ОЦК и АД

- Эти две величины связаны между собой.
- Поэтому меры, направленные на изменение ОЦК приводят к изменению АД.

Выход воды из
других
водных
секторов в
сосудистый
сектор

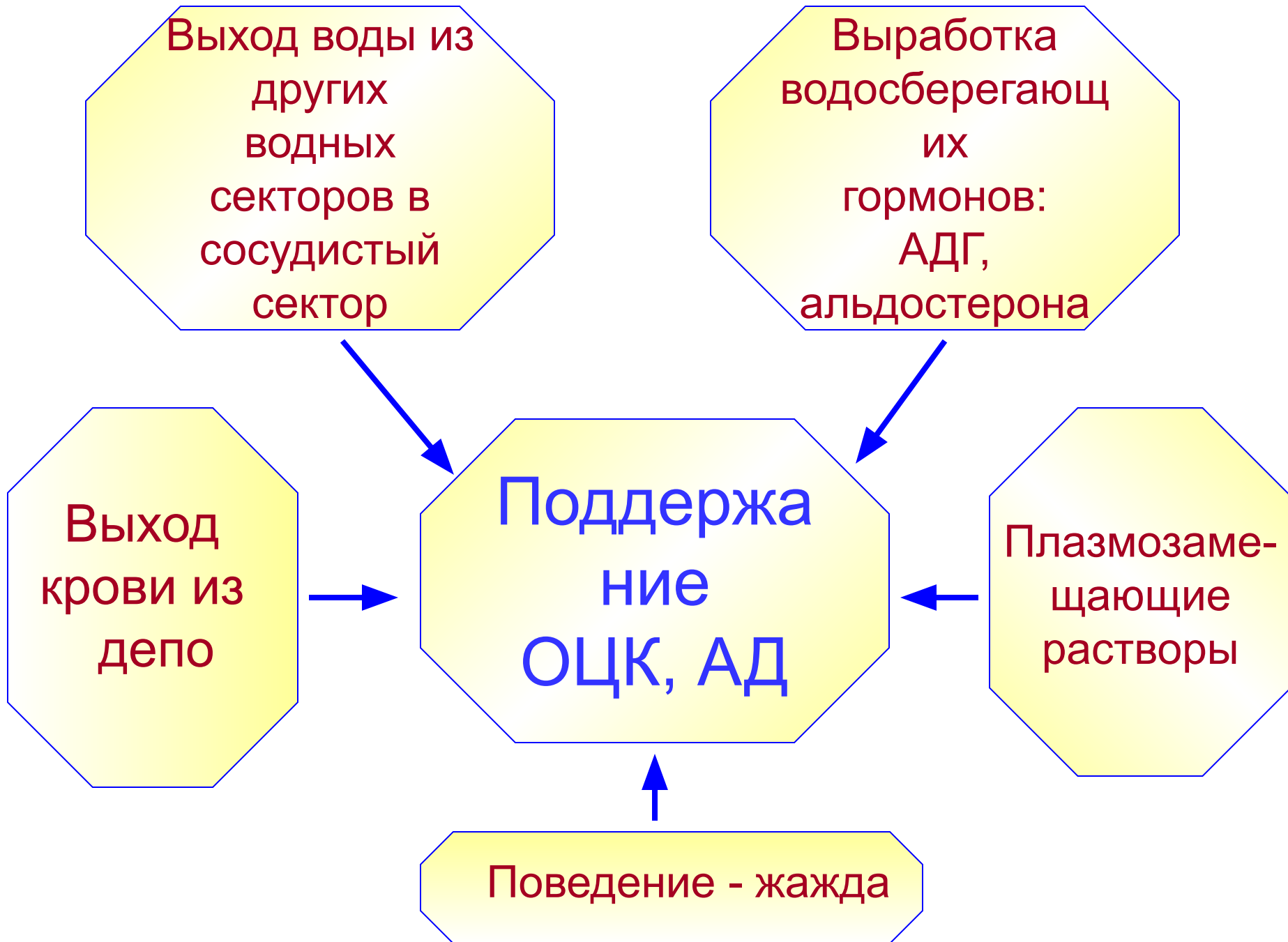
Выработка
водосберегающ
их
гормонов:
АДГ,
альдостерона

Выход
крови из
депо

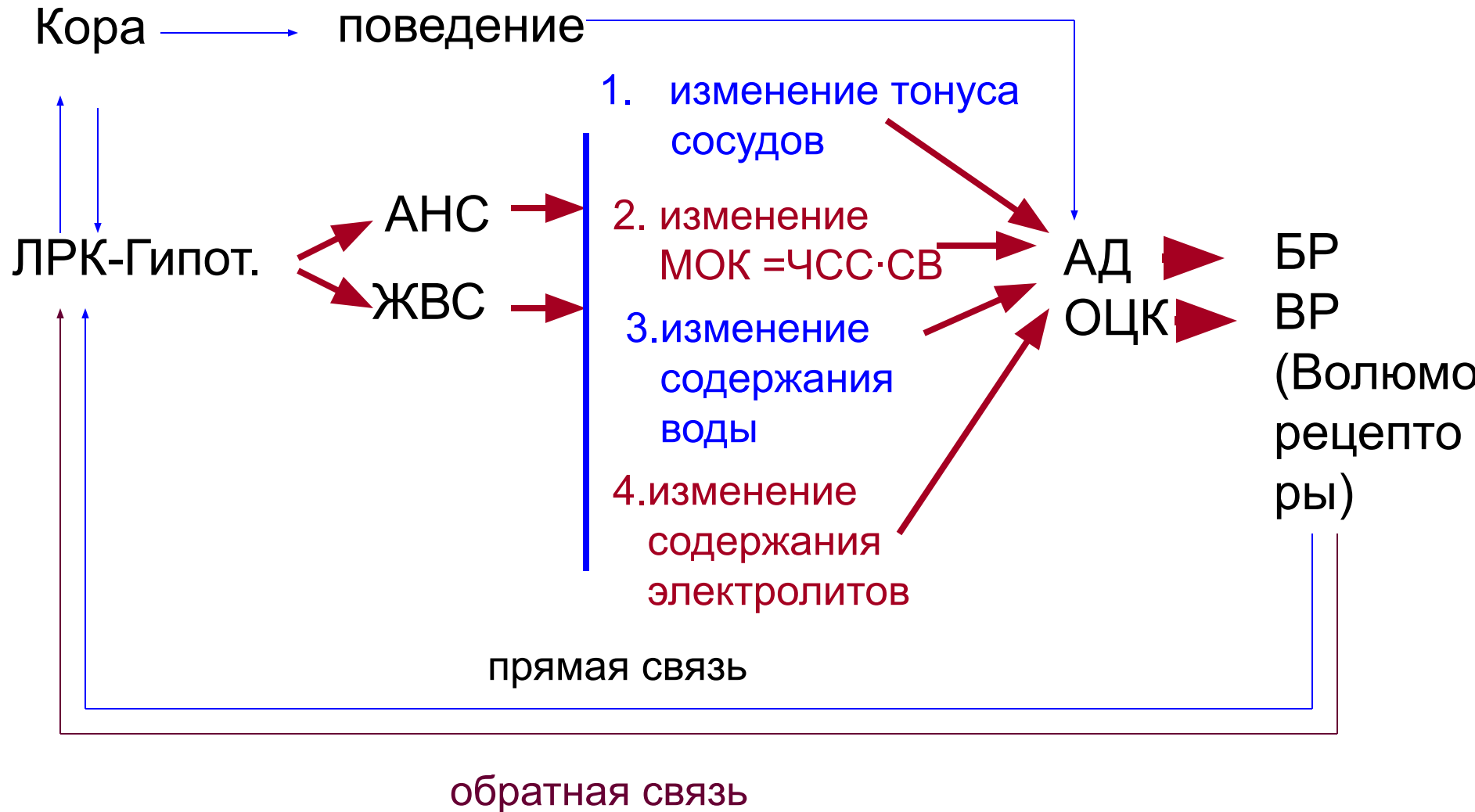
Поддержк
ание
ОЦК, АД

Плазмозаме-
щающие
растворы

Поведение - жажда



Функциональная система поддержания АД и ОЦК.



Кислотно-щелочное равновесие

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

- От pH зависят
- активность ферментов,
- интенсивность и направленность окислительно-восстановительных реакций,
- обмен белков, углеводов и липидов,
- проницаемость клеточных мембран.
- функции органов и систем,

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

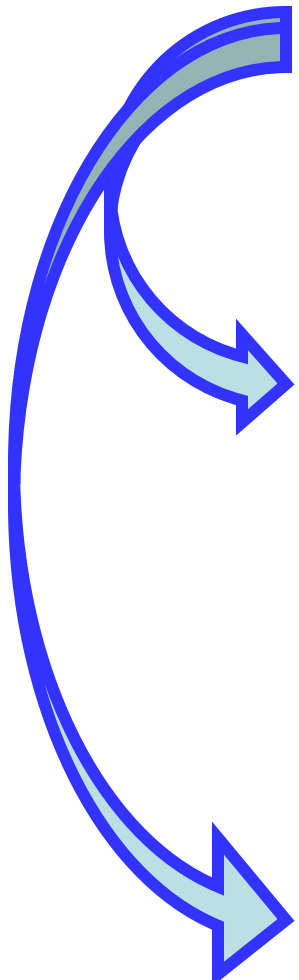
- рН – жесткая гомеостатическая величина
- Сдвиг рН крови даже на 0,1 относительно нормы вызывает нарушение функций СС, дыхательной систем;
- на 0,3 – коматозное состояние;
- на 0,4 – состояния, не совместимые с жизнью.

Факторы, изменяющие pH

- 1. Кислоты образуются из принятой пищи и в результате промежуточного обмена веществ.
- 2. Основания поступают с растительной пищей и образуются внешнесекреторными клетками.
- Например, бикарбонаты - поджелудочной железой.

Поддержание рН крови

Постоянство pH поддерживается

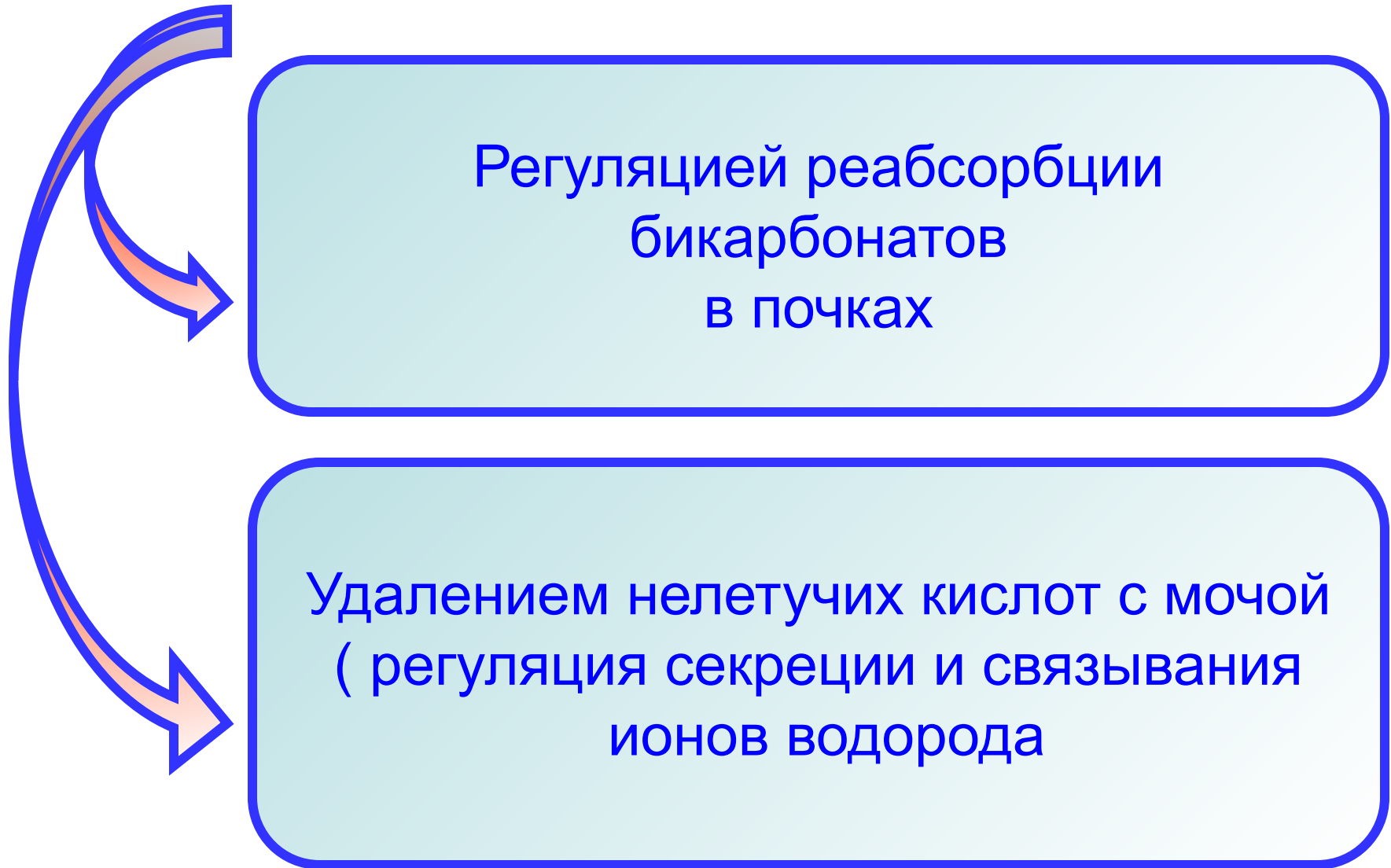


Физико-химическими механизмами
(буферными системами внутренней
среды, тканевыми обменными
процессами)

**Физиологическими гомеостатическими
системами.**

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

Постоянство pH поддерживается



Буферные системы крови

- Буферной системой называют 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).
- Представлен угольной кислотой и однозамещенной солью угольной кислоты:
 $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{NaHCO}_3$

- Фосфатный (5% общей буферной емкости).
- Представлен одно- и двузамещенными солями фосфорной кислоты
 $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$

- Гемоглобиновый (35% общей буферной емкости).
- Представлен
восстановленным
гемоглобином (Hb)
- и его калиевой солью (KHb).

- Буфер в тканях играет роль щелочи, связывая H ($\rightarrow$);
- в легких – роль кислоты, отдавая H ($\leftarrow$);
- $\text{KHbO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{KHCO}_3 + \text{HHb} + \text{O}_2$

- Белковый (7% общей буферной емкости).
- За счет кислых и щелочных аминокислот белок обладает амфотерными свойствами.
- В кислой среде ведет себя как щелочь, в щелочной — как кислота.

Работа буферных систем

- Кислые вещества крови связываются щелочными компонентами буферных систем,
- в результате образуются слабая кислота и нейтральная соль.

Например:

- $(\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaCl})$

- Щелочные вещества связываются кислотными компонентами буферных систем.
- В результате образуются слабодиссоциирующие продукты и вода
- Например:



Щелочной резерв крови

- образован щелочными компонентами буферных систем.
- Величину его определяют по тому количеству миллилитров углекислоты,
- которое может быть связано 100 мл крови при давлении CO_2 , равном 40 мм рт.ст.

- Буферные системы стабилизируют pH крови лишь на молекулярном уровне,
- но не обеспечивают выведение из организма кислых или основных элементов.
- Это делают органы выведения.

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

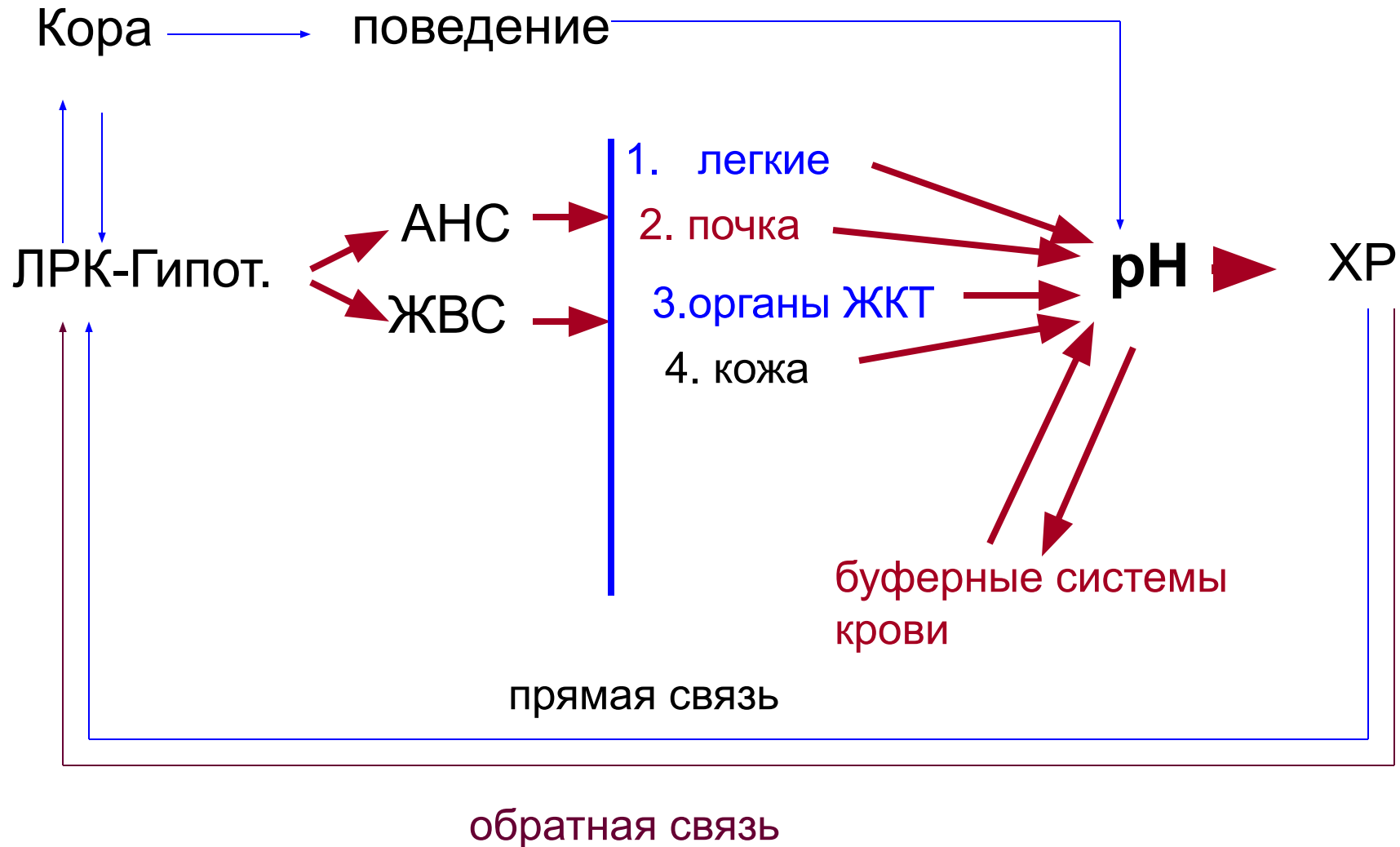
3.Печень.

- - 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.

Функциональная система поддержания рН крови



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.

Стадии ацидоза

Компенсированный ацидоз —

выраженных изменений pH еще нет,
но снижается щелочной резерв крови
вследствие поступления в кровь
большого

некомпенсированный ацидоз —

регистрируется выраженное снижение
pH ,

щелочной резерв крови истощен
вследствие поступления в кровь
большого
количества кислых продуктов

Варианты изменения pH крови



Стадии алкалоза

Компенсированный алкалоз –
изменения pH незначительные, но
снижается

кислотный компонент буферных
систем крови вследствие
поступления в кровь большого
количества щелочных продуктов

Некомпенсированный алкалоз –
регистрируется защелачивание крови ,
кислотная часть буферных систем
истощена
вследствие поступления в кровь большого
количества щелочных продуктов

Кровезамещение

- Кровезамещение и кровезамещающие растворы используется для решения определенных задач:

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

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.

- Групповая принадлежность крови по системе АВО
- определяется по наличию или отсутствию в мембране эритроцитов агглютиногенов **A** и **B**,
- а плазме крови агглютининов
- **α** и **β** .

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

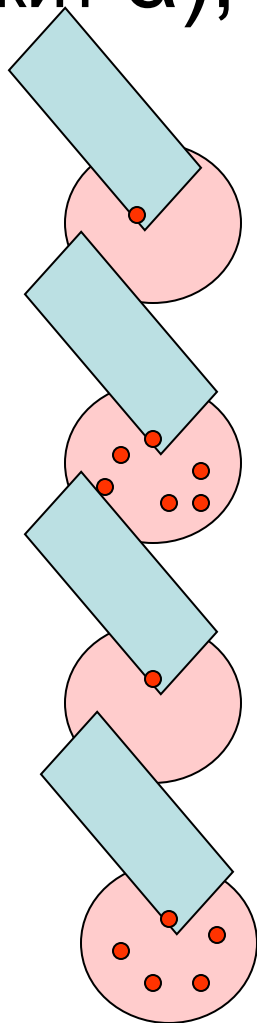
- I гр. – 40 – 50%;
- II гр. – 30 – 40%;
- III гр. – 10 – 20%;
- IV гр. – 5%.

- В крови одного человека никогда не встречаются одноименные агглютиногены и агглютинины, т. е.
- А и α ; В и β .
- При такой встрече происходит реакция агглютинации – склеивание эритроцитов.

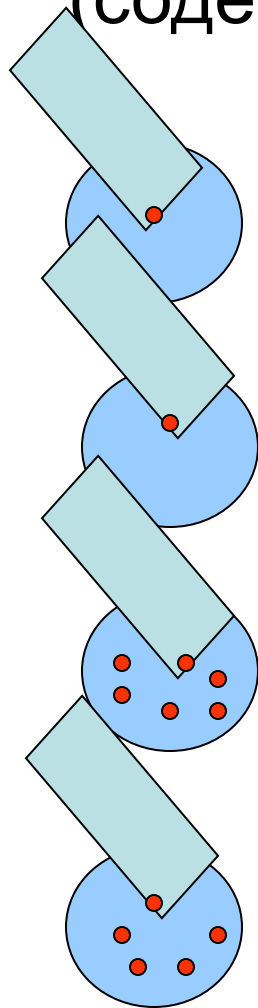
Определение группы крови

Основано на реакции
агглютинации.

Цоликлон анти-А
(содержит α);



Цоликлон анти-В
(содержит β);



Агглютинации
нет. I группа

II группа

III группа

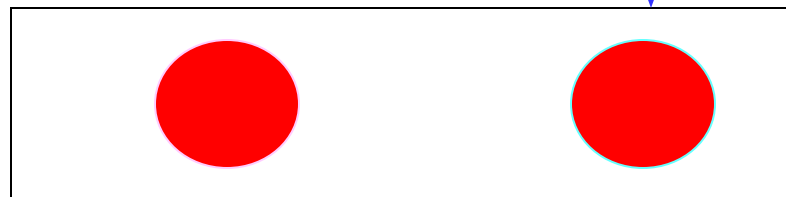
IV группа

Определение группы крови

I группа крови

Цоликлон
анти-А

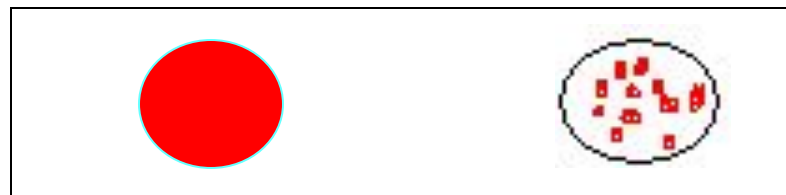
Цоликлон
анти-В



II группа крови



III группа крови



IV группа крови



Система резус (Rh)

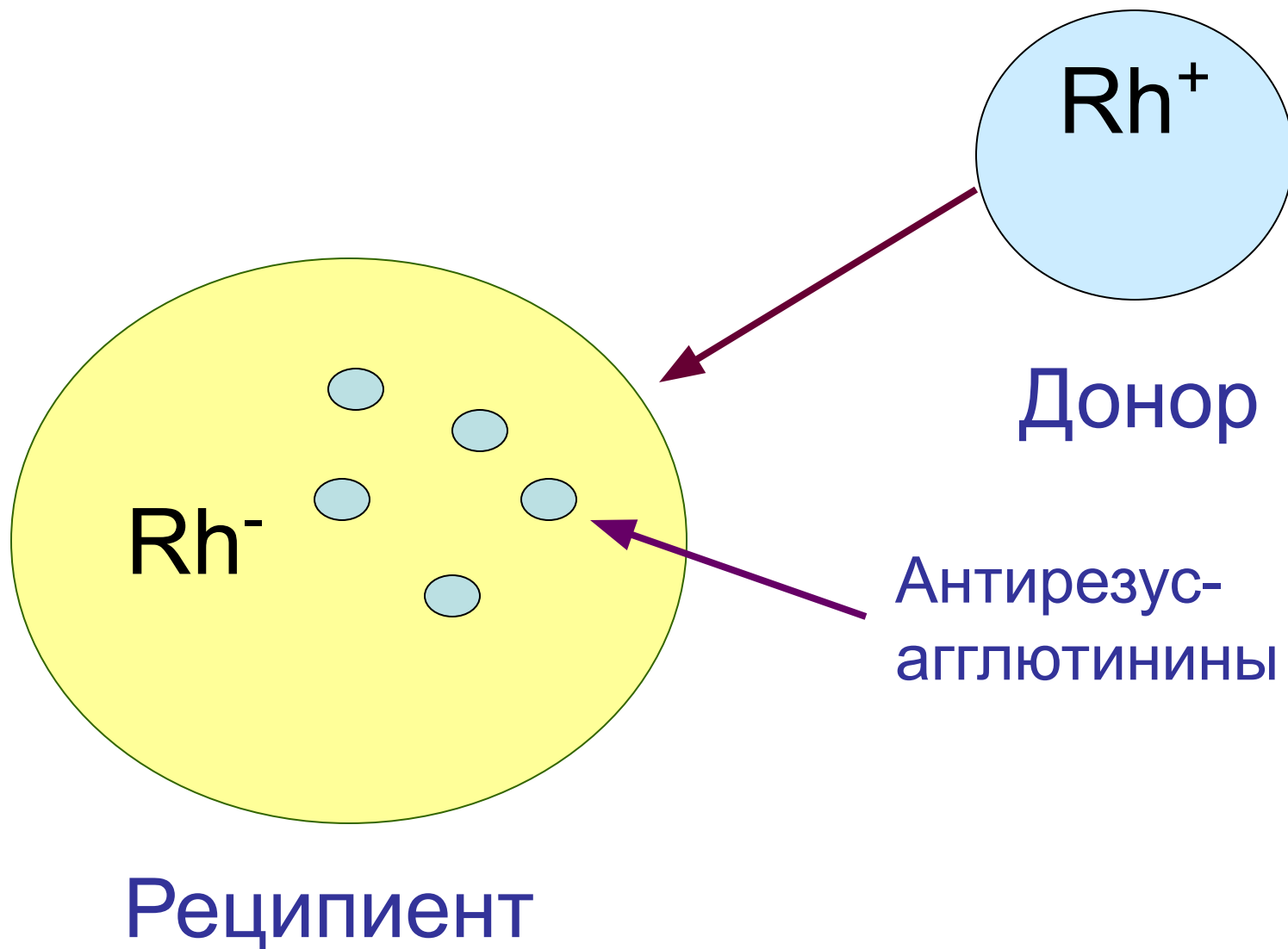
- Открыта в 1937 – 1940 гг.
- К. Ландштейнером и
- В. Винером.
- Антигены системы резус находятся в мембране эритроцитов.
- Наиболее важными являются D, C, E.

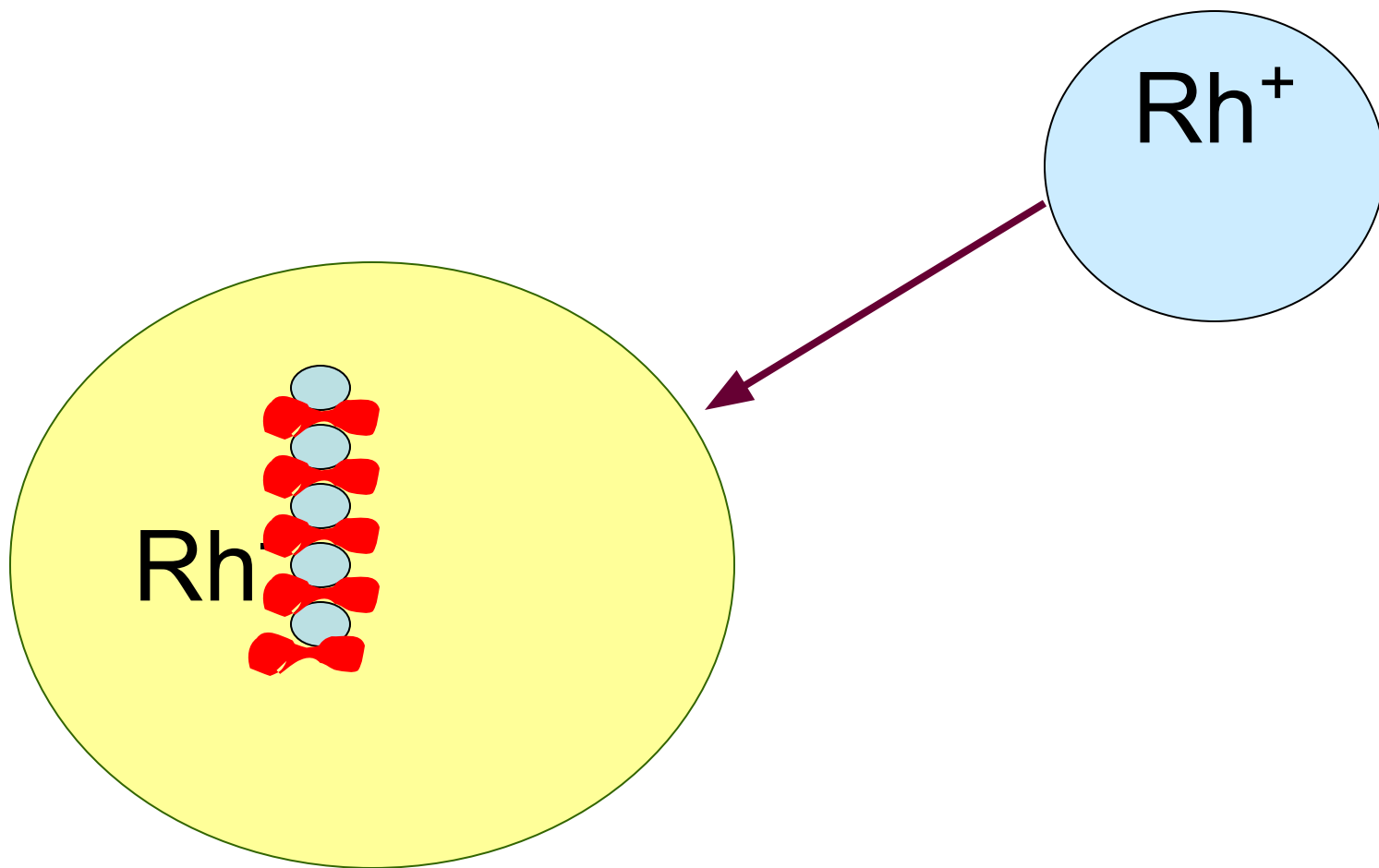
- Самым активным является антиген D.
- По его наличию или отсутствию определяют резус-принадлежность крови (Rh^+ или Rh^-).
- Главной особенностью системы резус является отсутствие в плазме врожденных антител – агглютининов.

- Резус – антитела (антирезус-агглютинины)
- формируются при попадании резус – отрицательному человеку
- резус-положительной крови,
- **что недопустимо.**

Резус- конфликт

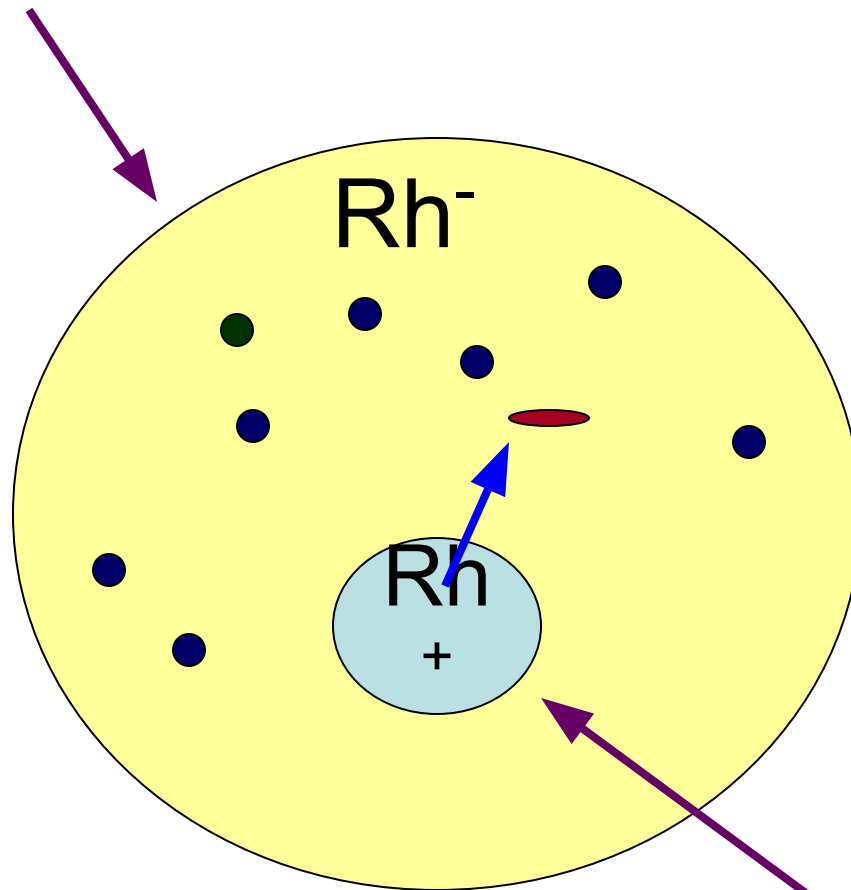
- Возникает
- 1.при переливании Rh^- реципиенту Rh^+ крови;
- 2. если мать Rh^- а плод Rh^+ .





Резус-конфликт при беременности

Мать



Плод