

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

$(6-9) \cdot 10^9 /л$

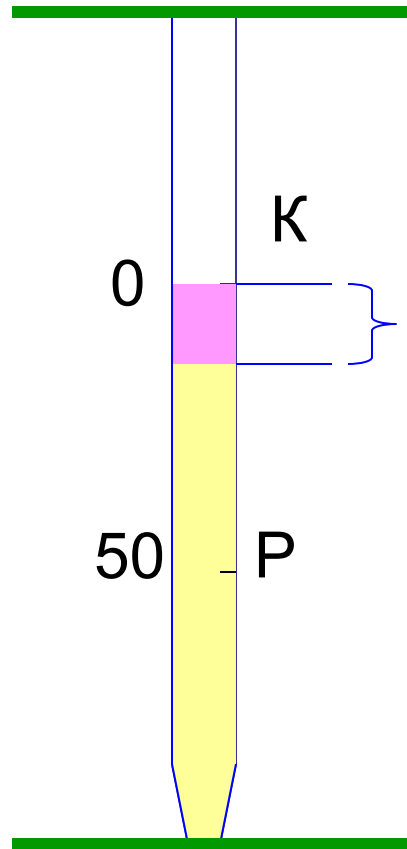


Тромбоциты

$250-400 \cdot 10^9 /л$

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**

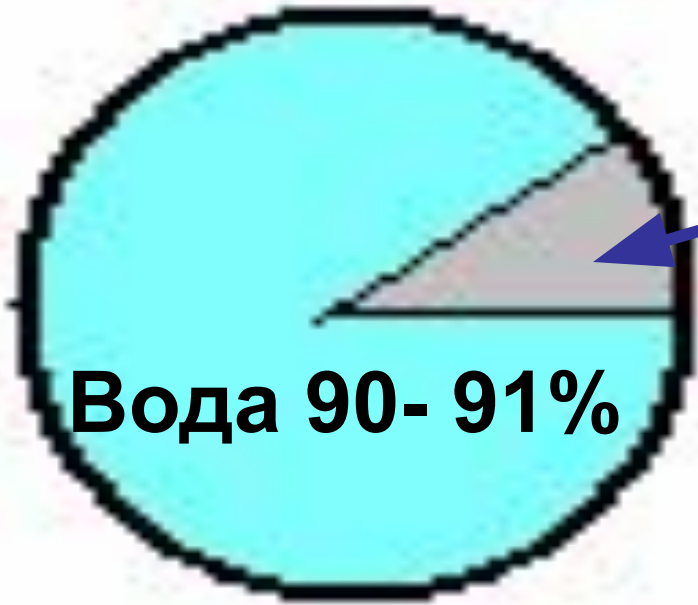


Высота столба плазмы,
характеризующая СОЭ

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

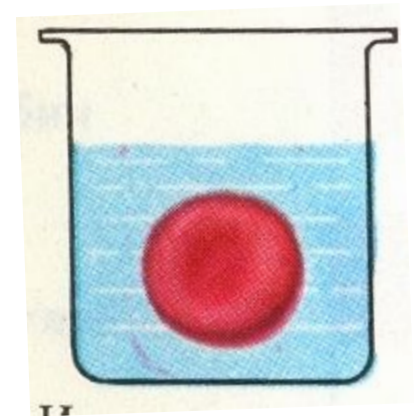
- Любые отклонения осмотического давления приводят
- к перераспределению воды между клеткой, межклеточным и внутрисосудистым водными секторами тела.
- Вода перемещается в область высокого осмотического давления.

Виды растворов.

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

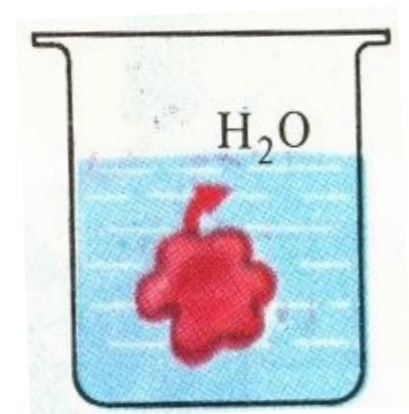


**Нет перераспределения
воды. Эритроцит в таком
растворе не изменен**



Гипертонический
(осмотическое
давление
выше, чем у плазмы
крови)

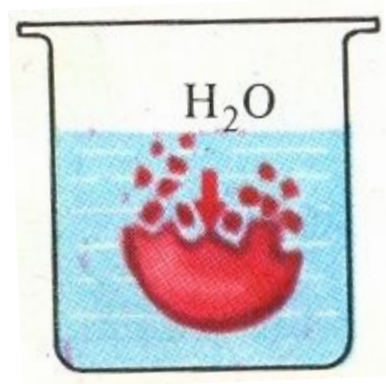
**В таком растворе вода
выходит из эритроцита.
Сморщивание
эритроцита.**



Гипотонический
(осмотическое
давление
ниже, чем у плазмы
крови)



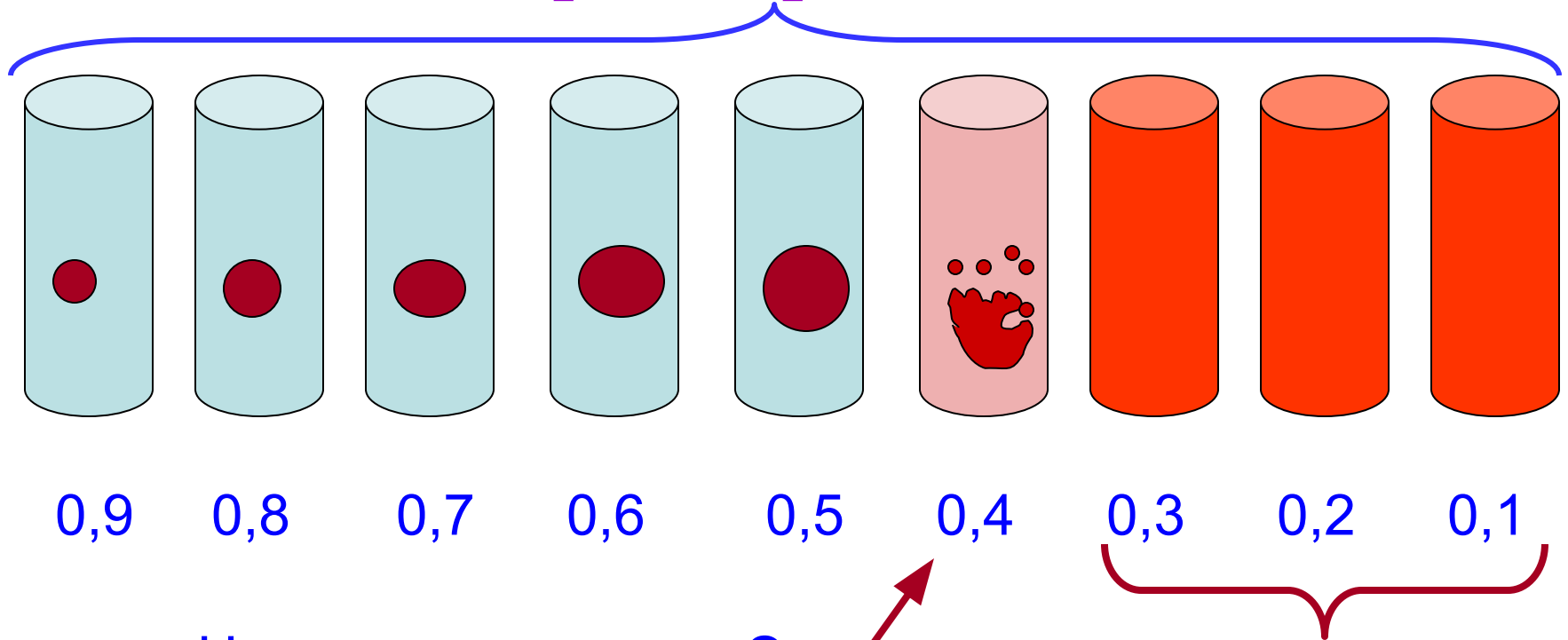
Вода входит в эритроцит. Эритроцит набухает и происходит осмотический гемолиз.



Определение осмотической резистентности эритроцитов

Определение осмотической резистентности эритроцитов

растворы NaCl



0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

Начало разрушения Эр

Полное разрушения Эр.
Лаковая кровь

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 Осм., ОЦК и АД, рН и др. величин.

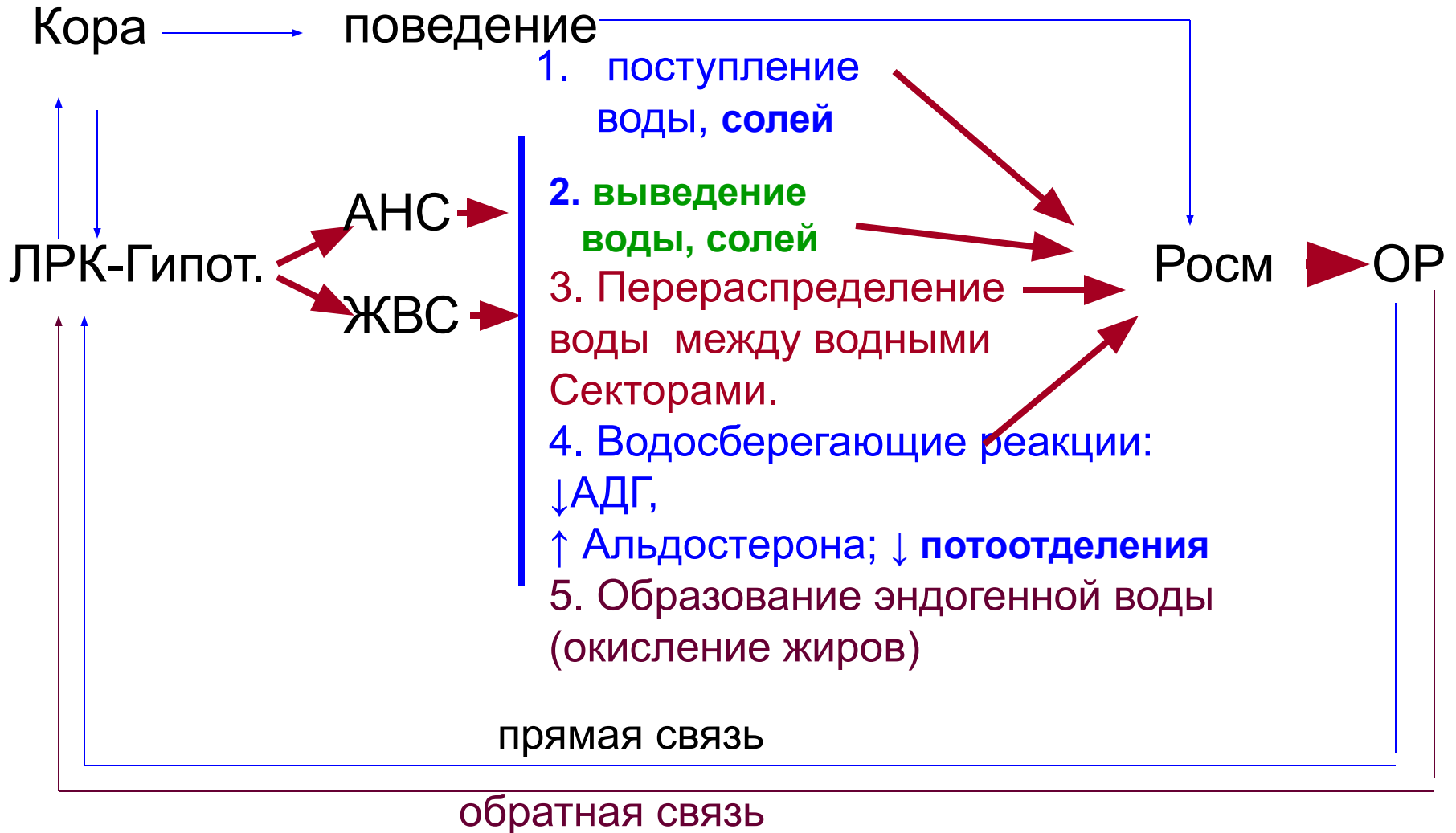
Поддержание осмотического давления.

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

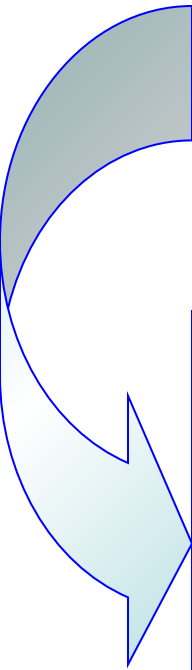
$P_{осм. \text{ пота}} = 7,2 \text{ атм.},$

$P_{осм. \text{ мочи}} \text{ до } 25 \text{ атм.}$

Функциональная система поддержания Росм.



Объем циркулирующей крови (ОЦК)



50 % в
сосудах

500 мл
в селезенке

50 % в депо

1 л в коже

до 1 л
в печени

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

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

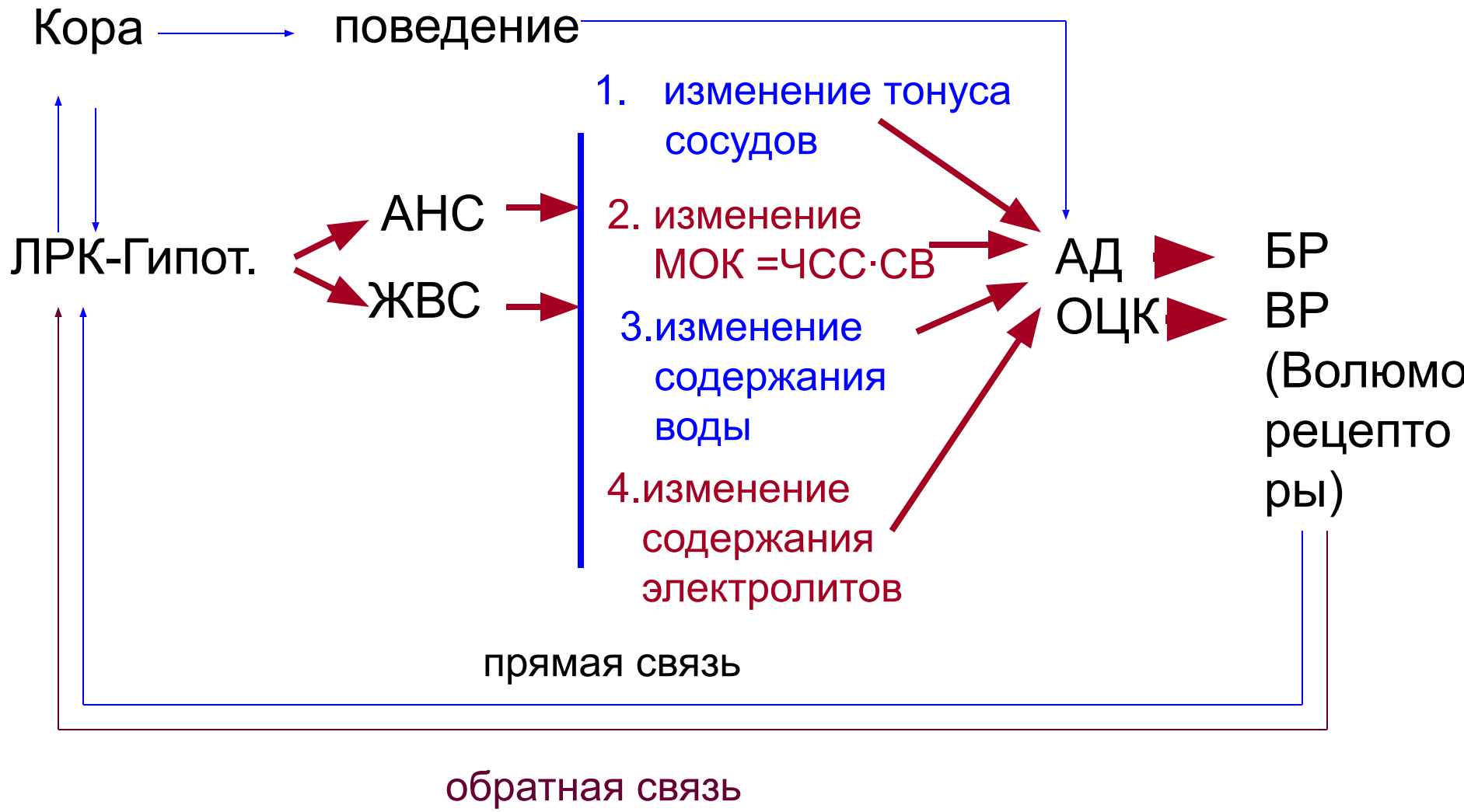
Выход
крови из
депо

Поддержка
ние
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 рН 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 $\text{pH} >7$.

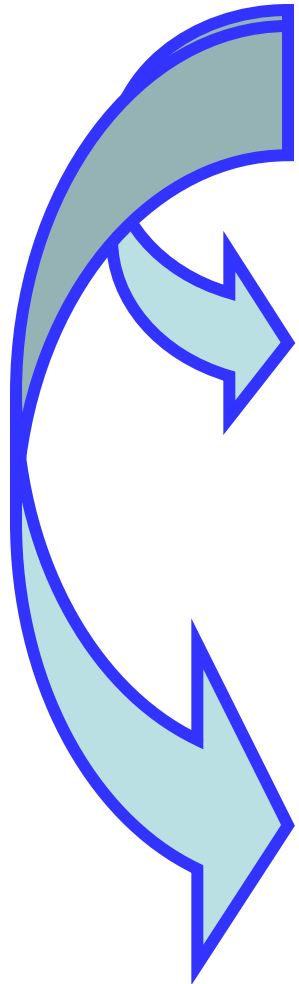
- рН – жесткая гомеостатическая величина
- Сдвиг рН крови даже на 0,1 относительно нормы вызывает нарушение функций СС, дыхательной систем;
- на 0,3 – коматозное состояние;
- на 0,4 – состояния, не совместимые с жизнью.

Факторы, изменяющие рН

- 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 рН поддерживается

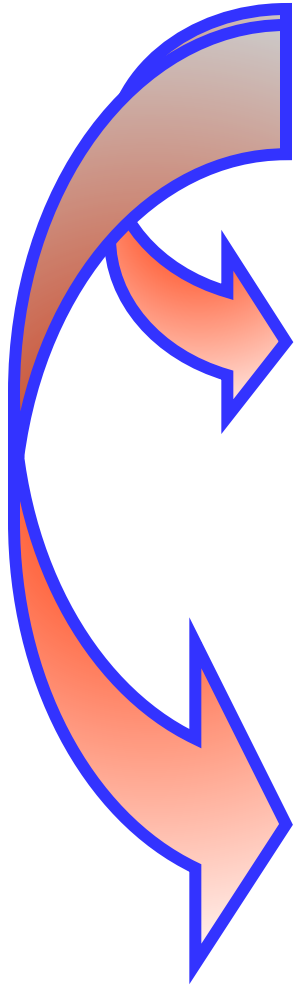


Физико-химическими механизмами
(буферными системами внутренней среды, тканевыми обменными процессами)

Физиологическими гомеостатическими системами.

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

Постоянство рН поддерживается



Регуляцией реабсорбции
бикарбонатов
в почках

Удалением нелетучих кислот с мочой
(регуляция секреции и связывания
ионов водорода

Буферные системы крови

- Буферной системой называют смеси, препятствующие изменению рН 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 (ННЬ) и его калиевой солью (КНЬ).

- 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:



- 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 рН 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

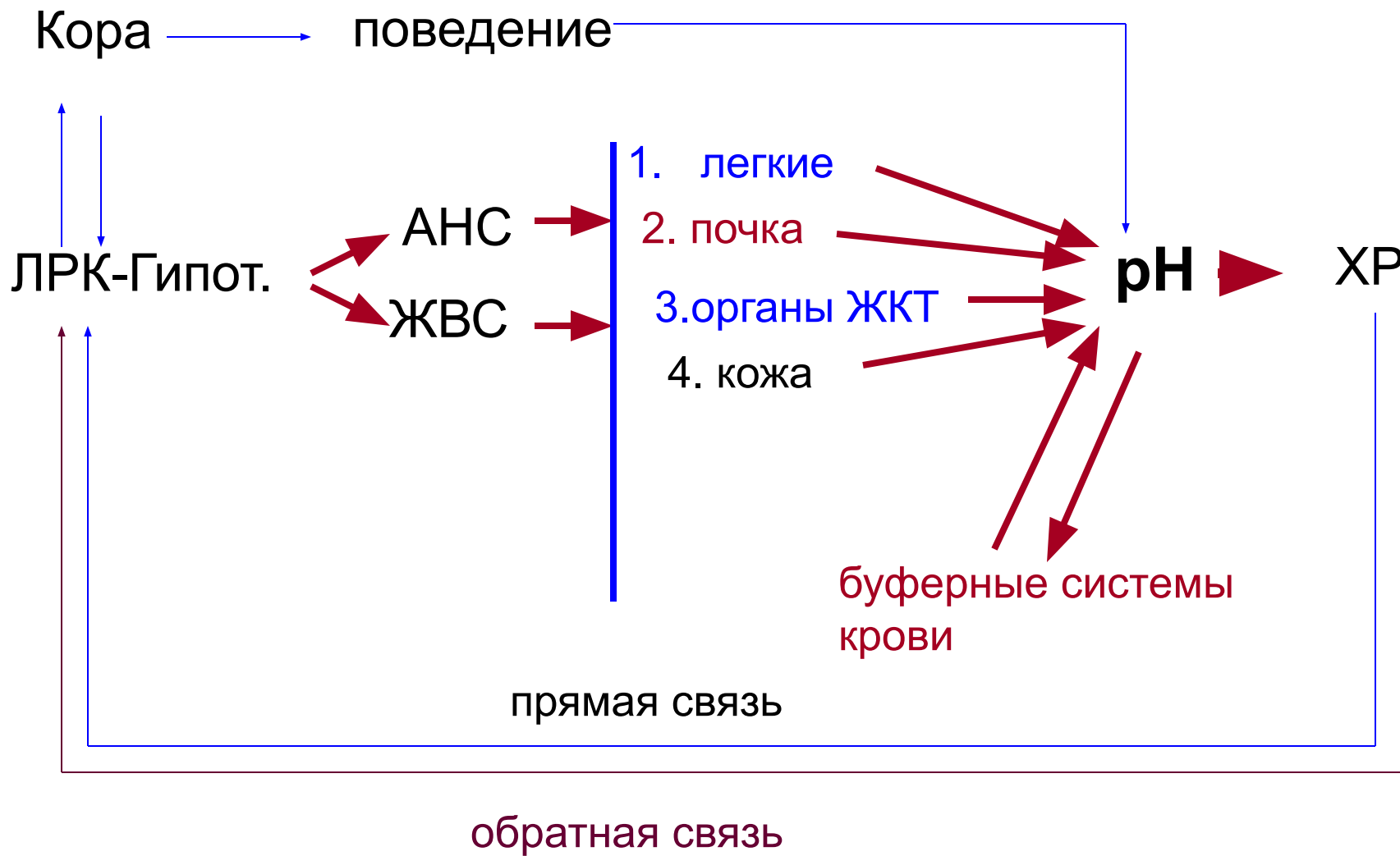
3.Печень.

- - 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 рН еще нет,
но снижается щелочной резерв крови
вследствие поступления в кровь
большого

некомпенсированный ацидоз –

регистрируется выраженное снижение
рН ,

щелочной резерв крови истощен
вследствие поступления в кровь
большого

количества кислых продуктов

Варианты изменения рН 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 осм, рН, 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

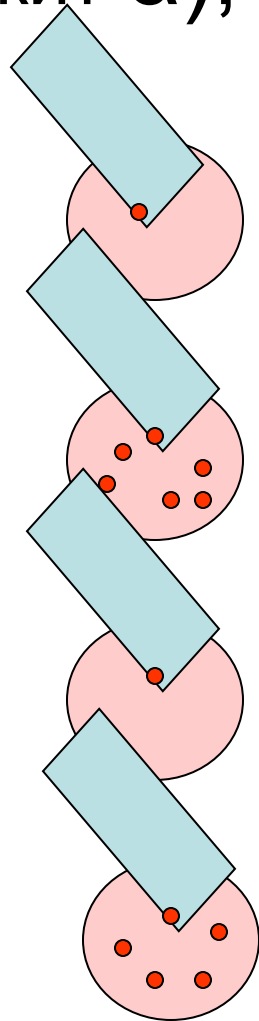
- I гр. – 40 – 50%;
- II гр. – 30 – 40%;
- III гр. – 10 – 20%;
- IV гр. – 5%.

- 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.

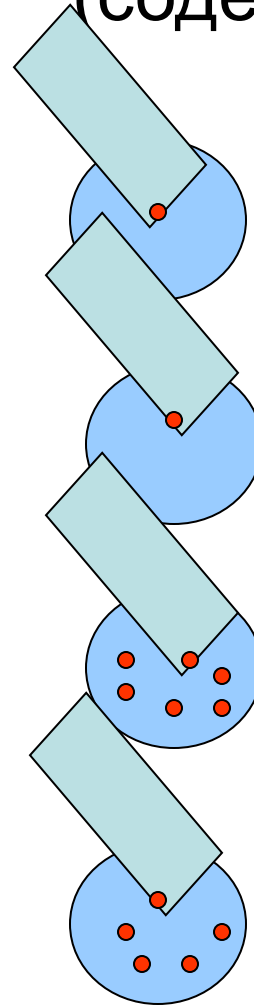
Определение группы крови

Основано на реакции
агглютинации.

Цоликлон анти-А
(содержит α);



Цоликлон анти-В
(содержит β);



Агглютинации
нет. I группа

II группа

III группа

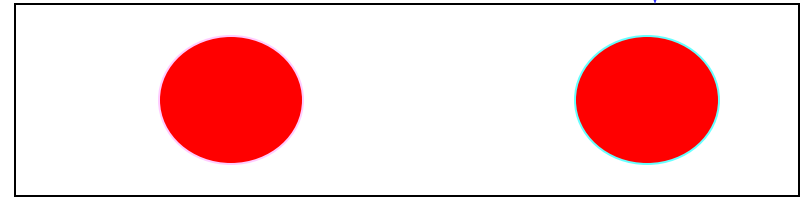
IV группа

Определение группы крови

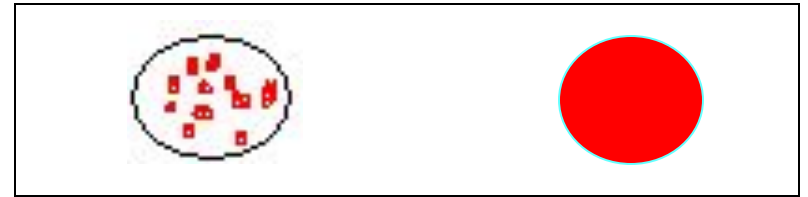
Цоликлон
анти-А

Цоликлон
анти-В

I группа крови



II группа крови



III группа крови



IV группа крови



Система резус (Rh)

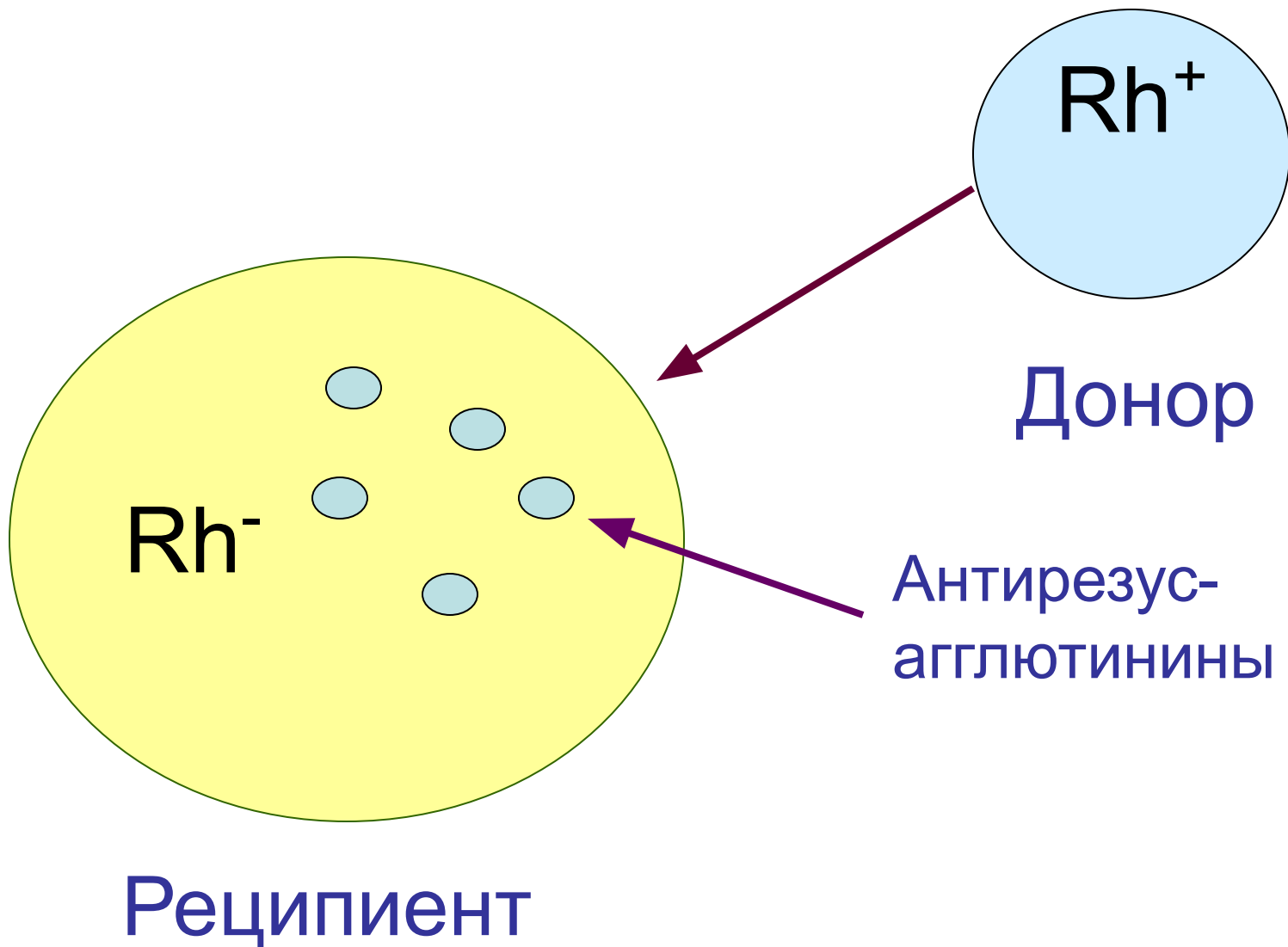
- Открыта в 1937 – 1940 гг.
- К. Ландштейнером и
- В. Винером.
- Антигены системы резус находятся в мембране эритроцитов.
- Наиболее важными являются D, C, E.

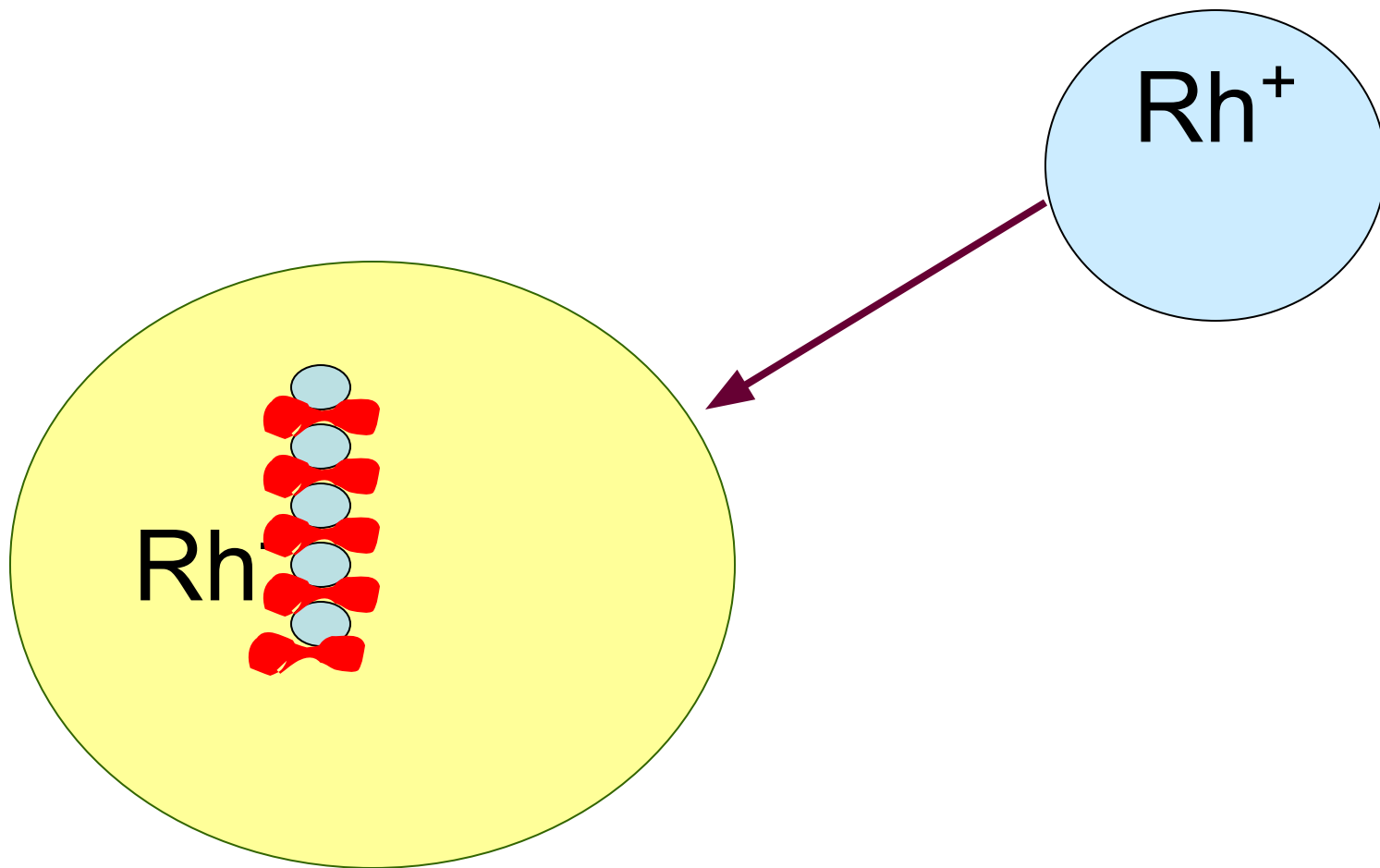
- Самым активным является антиген D.
- По его наличию или отсутствию определяют резус-принадлежность крови (Rh^+ или Rh^-).
- Главной особенностью системы резус является отсутствие в плазме врожденных антител – агглютининов.

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

Резус- конфликт

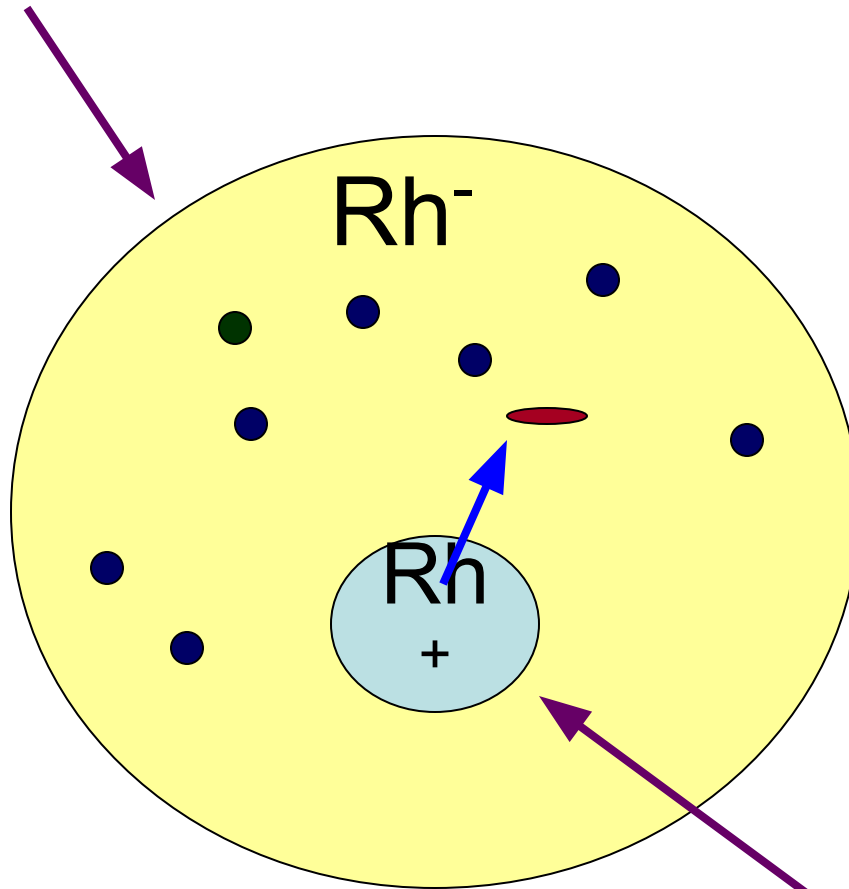
- Возникает
- 1.при переливании Rh^- реципиенту Rh^+ крови;
- 2. если мать Rh^- а плод Rh^+ .





Резус-конфликт при беременности

Мать



Плод