

# 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 <sup>+</sup>	1,8 – 2,2 г/л
Вода	90- 91%	K <sup>+</sup>	1.5 – 2.2 г/л
Плотность	1056-1060	Ca <sup>2+</sup>	0,04 – 0,08 г/л
Вязкость	4, 5 усл. ед. по отношению к воде	Анионы: Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 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- $(4,5-5,0) \cdot 10^{12}/\text{л}$

Ж -  $(4,0-4,5) \cdot 10^{12}/\text{л}$



**Лейкоциты**

$(6-9) \cdot 10^9 / \text{л}$



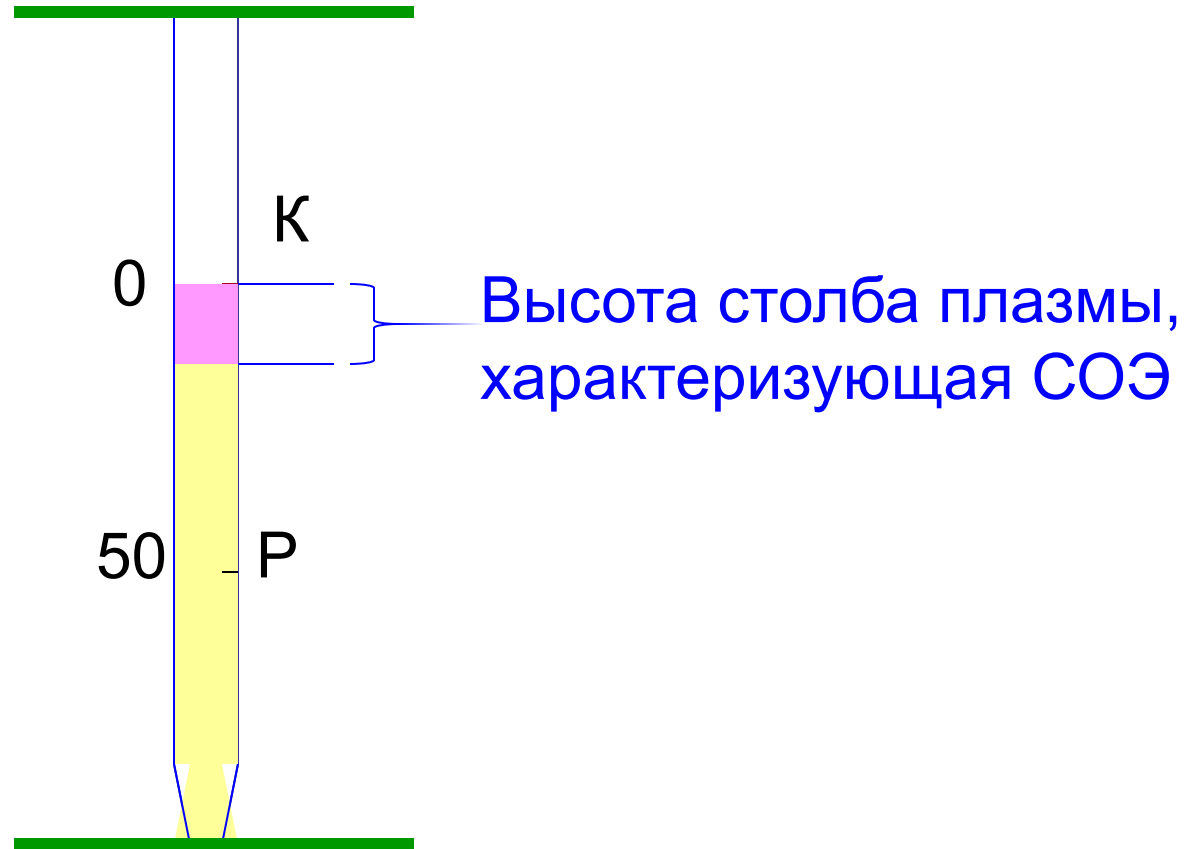
**Тромбоциты**

$250-400 \cdot 10^9 / \text{л}$



# Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)

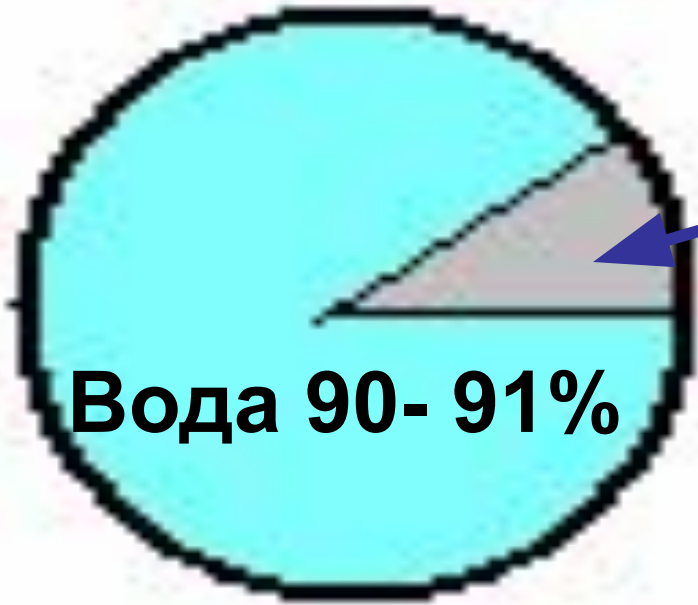
- М – 2 – 10 мм/час
- Ж – 2 – 15 мм/час
- **СОЭ зависит от:**
  - количества эритроцитов
  - заряда эритроцитов
  - **белкового состава плазмы: возрастание глобулиновой фракции сопровождается увеличением СОЭ**



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 ( $P_{осм.}$ ) 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.

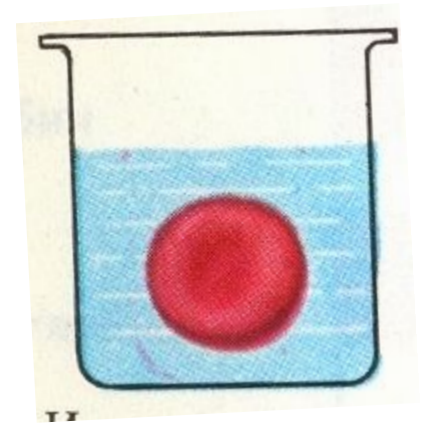
# Виды растворов.



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

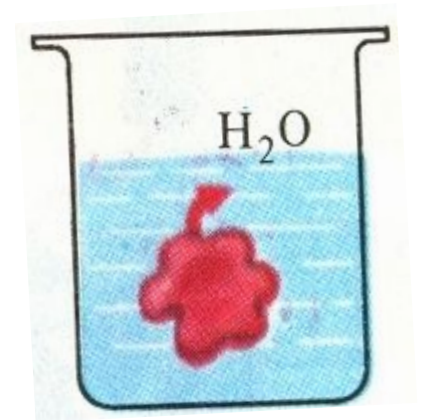


**Нет перераспределения  
воды. Эритроцит в таком  
растворе не изменен**



**Гипертонический**  
(осмотическое  
давление  
выше, чем у плазмы  
крови)

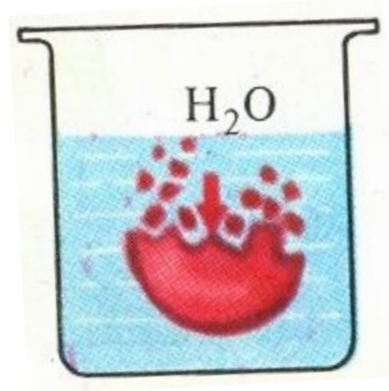
**В таком растворе вода  
выходит из эритроцита.  
Сморщивание  
эритроцита.**



**Гипотонический**  
(осмотическое  
давление  
ниже, чем у плазмы  
крови)



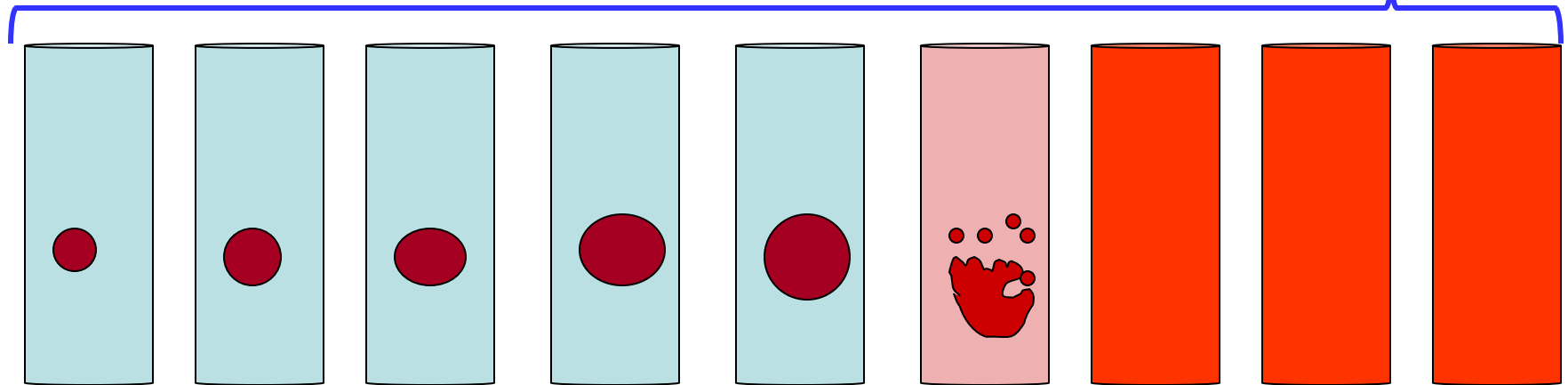
**Вода входит в эритроцит. Эритроцит набухает и происходит осмотический гемолиз.**



# 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 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 Осм., ОЦК и АД, рН и др. величин.

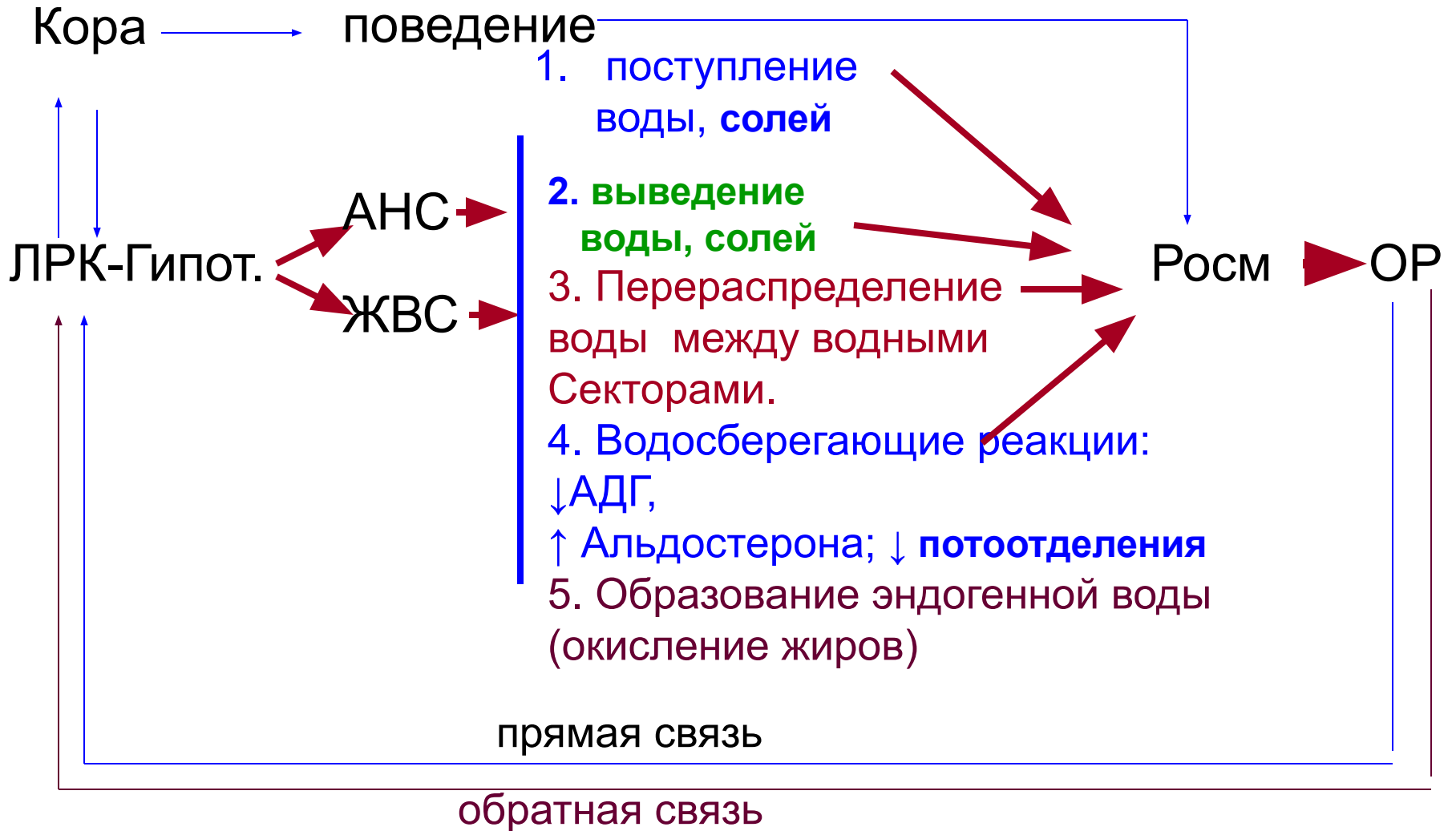
# Поддержание осмотического давления.

- 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

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

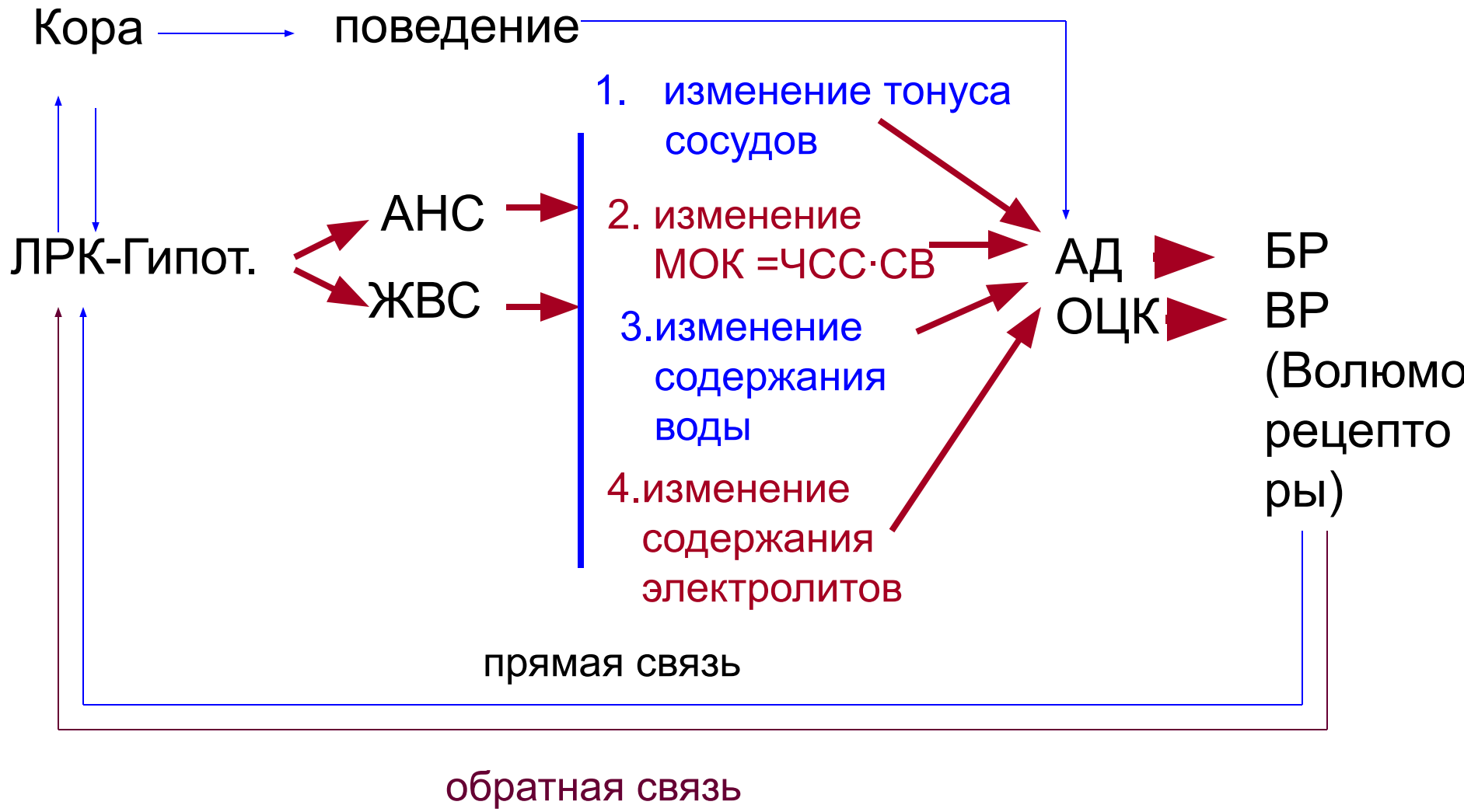
Выход  
крови из  
депо

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.

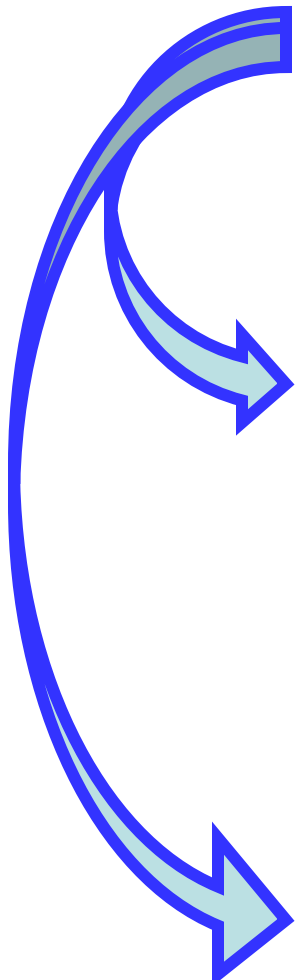
Факторы, изменяющие рН

- 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

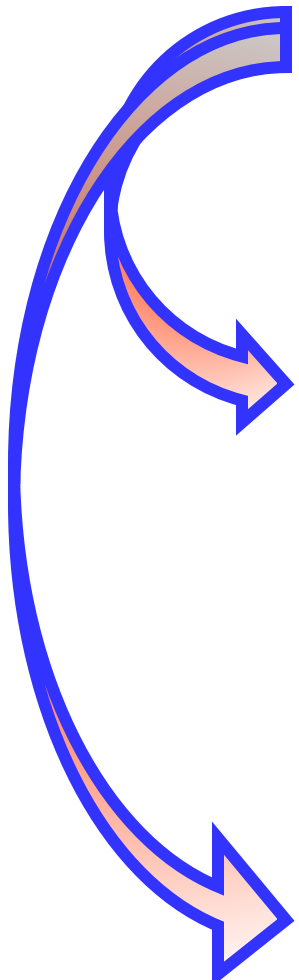


**Физико-химическими механизмами**  
(буферными системами внутренней среды, тканевыми обменными процессами)

**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  $\text{CO}_2$ , 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  $\text{CO}_2$ .

- При возрастании концентрации ионов  $\text{H}^+$  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.

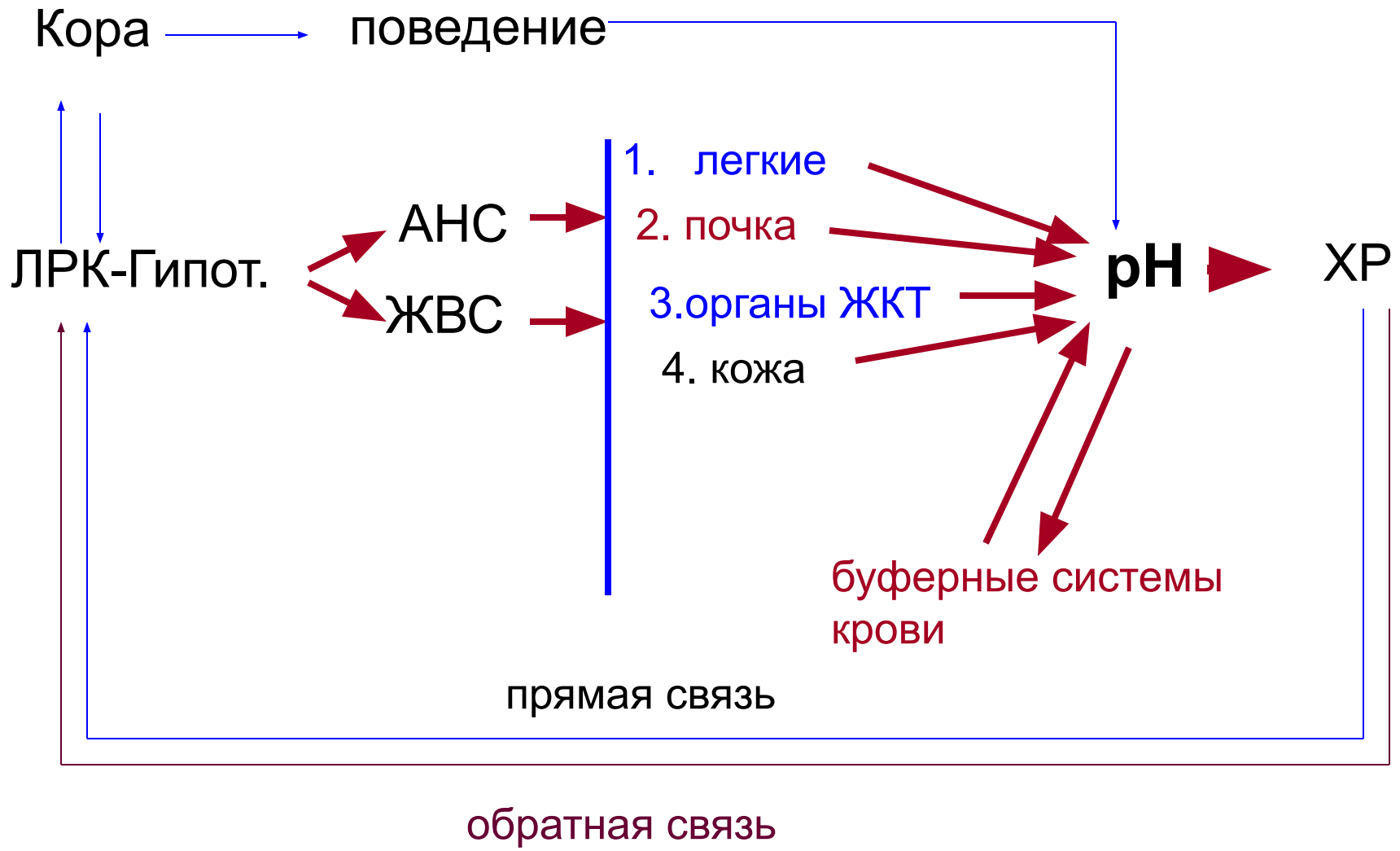
- - нейтрализует органические кислоты;
- -удаляет ион  $H^+$  путем синтеза аммиака  $NH_3$ ;
- -удаляет молочную кислоту (в процессе глюконеогенеза превращает ее в глюкозу).



# 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  $\text{CO}_2$   
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

**Алкалоз-  
защелачиван  
ие  
крови  
(рН 7,45-7,80)**

**Респираторный –  
при  
гипервентиляции  
легких**

**Нереспираторный –  
при  
потере кислот и  
накоплении  
оснований**

## 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	$\alpha$ и $\beta$ .
II	A	$\beta$
III	B	$\alpha$
IV	A, B	0

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

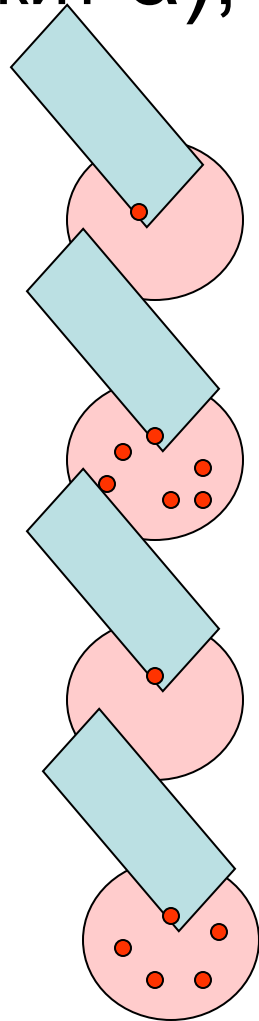
- В крови одного человека никогда не встречаются одноименные агглютиногены и агглютинины, т. е.
- А и  $\alpha$ ; В и  $\beta$ .
- При такой встрече происходит реакция агглютинации – склеивание эритроцитов.



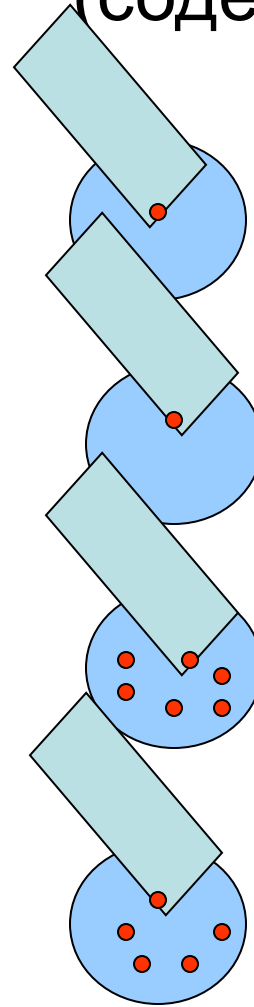
# Определение группы крови

Основано на реакции  
агглютинации.

Цоликлон анти-А  
(содержит  $\alpha$ );



Цоликлон анти-В  
(содержит  $\beta$ );



Агглютинации  
нет. I группа

II группа

III группа

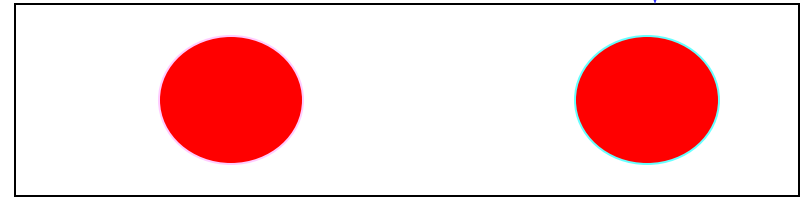
IV группа

# Определение группы крови

Цоликлон  
анти-А

Цоликлон  
анти-В

I группа крови



II группа крови



III группа крови



IV группа крови



# Система резус (Rh)

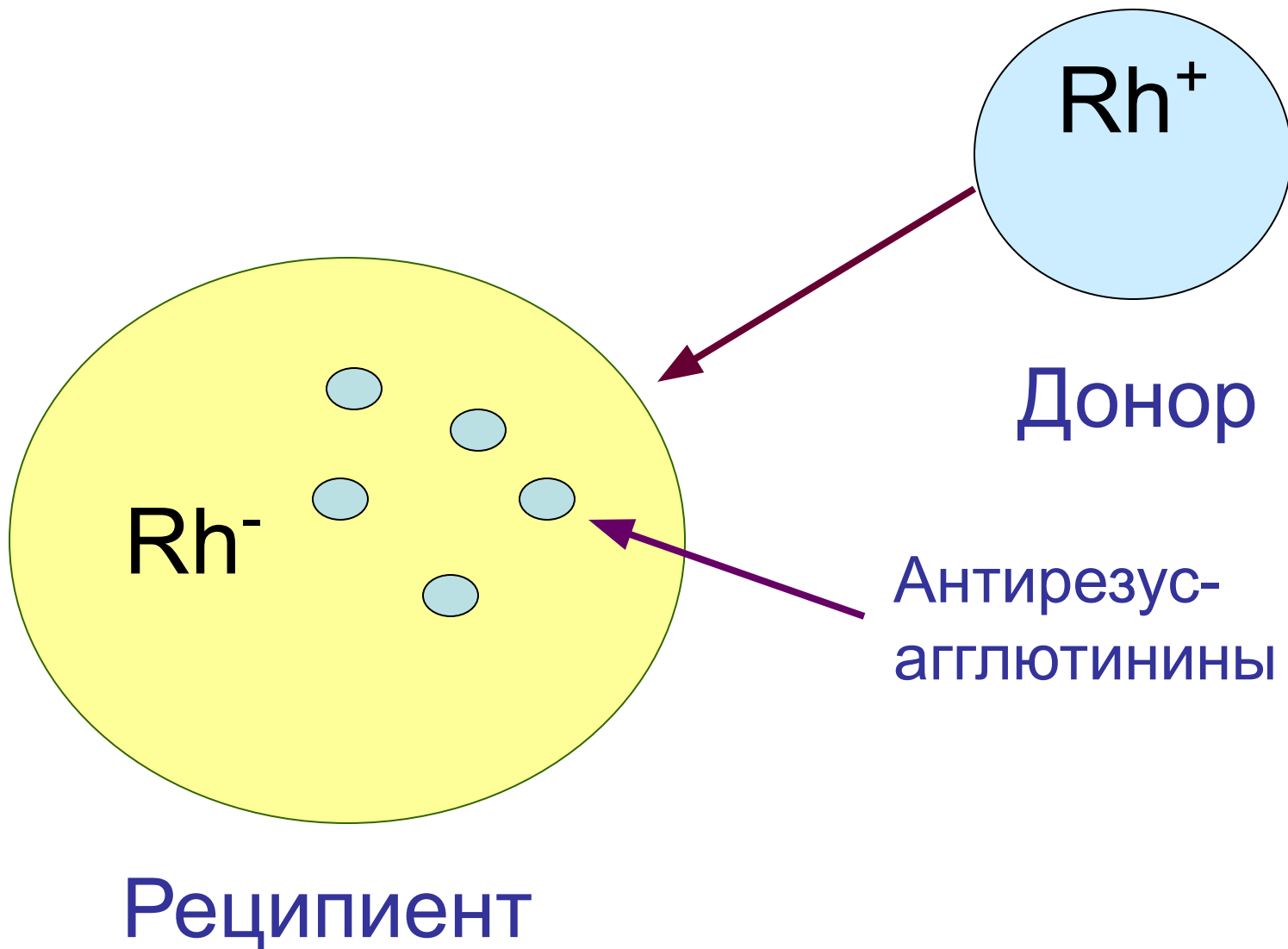
- Открыта в 1937 – 1940 гг.
- К. Ландштейнером и
- В. Винером.
- Антигены системы резус находятся в мембране эритроцитов.
- Наиболее важными являются D, C, E.

- 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.

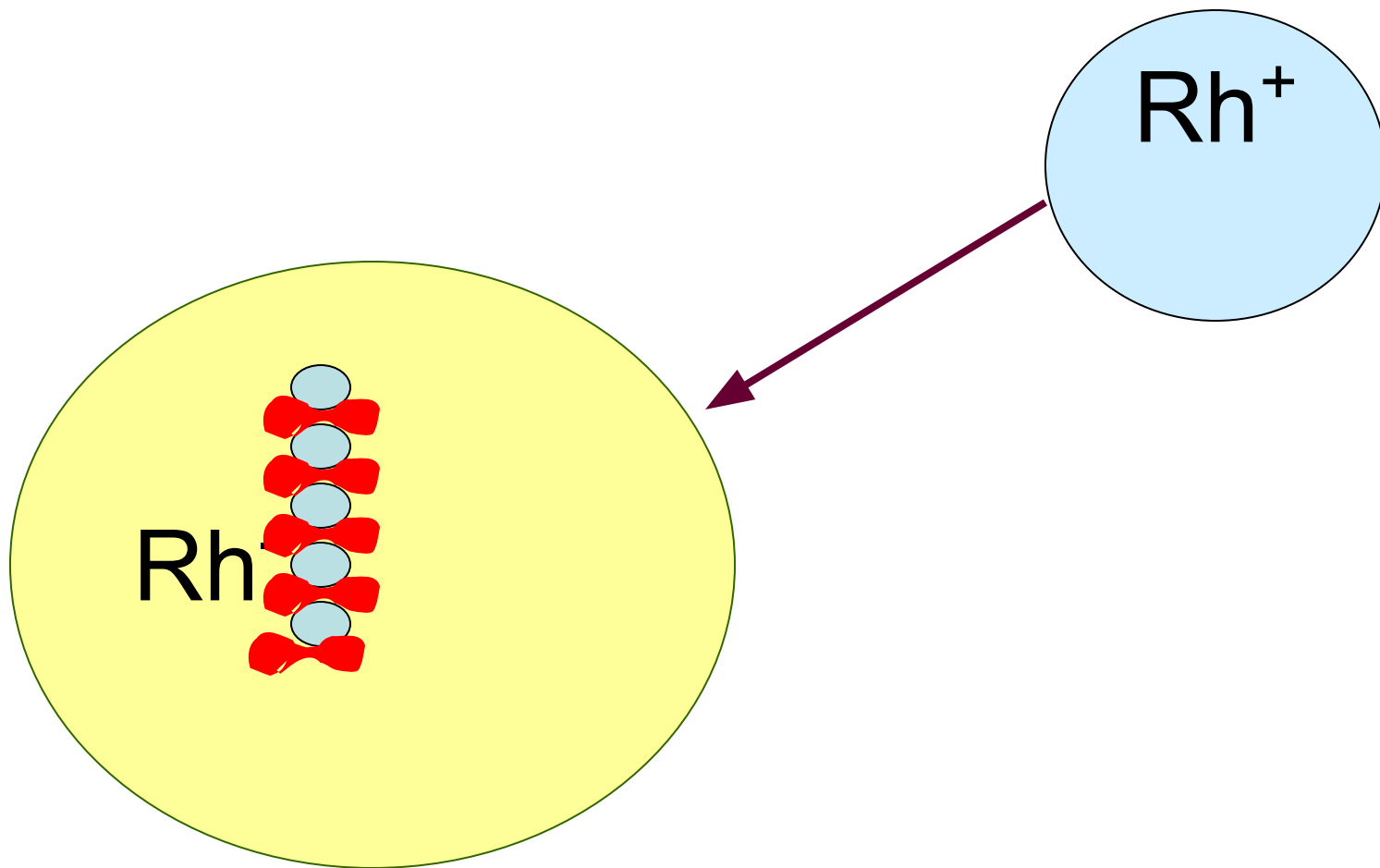
- Резус – антитела (антирезус-агглютинины)
- формируются при попадании резус – отрицательному человеку
- резус-положительной крови,
- **что недопустимо.**

# Резус- конфликт

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

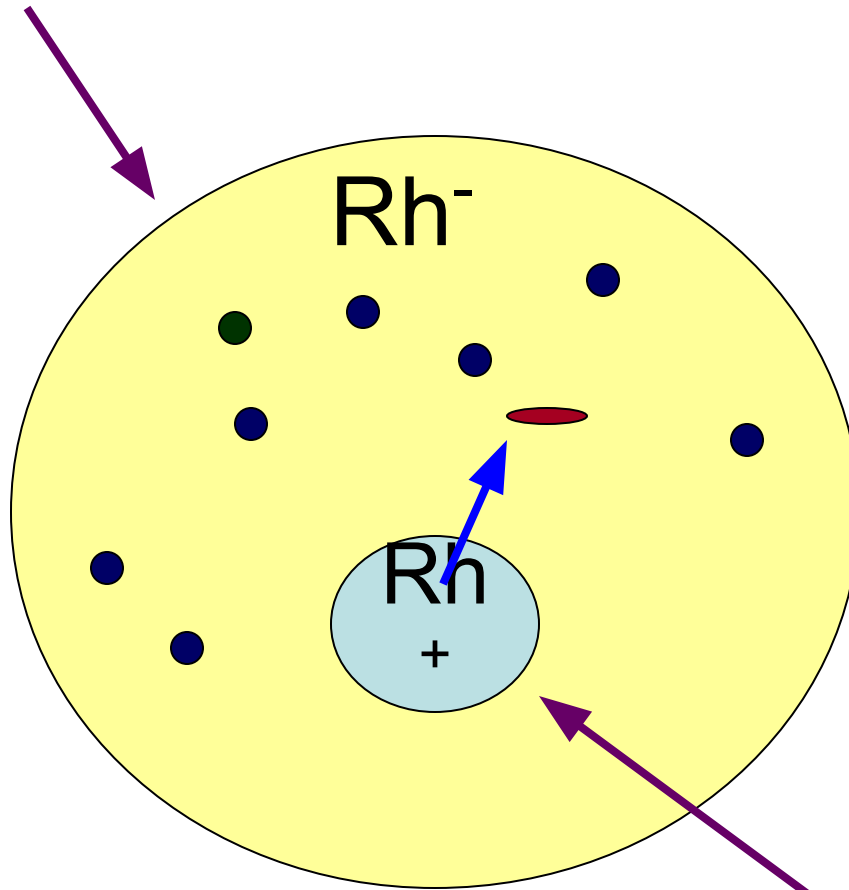






# Резус-конфликт при беременности

Мать



Плод