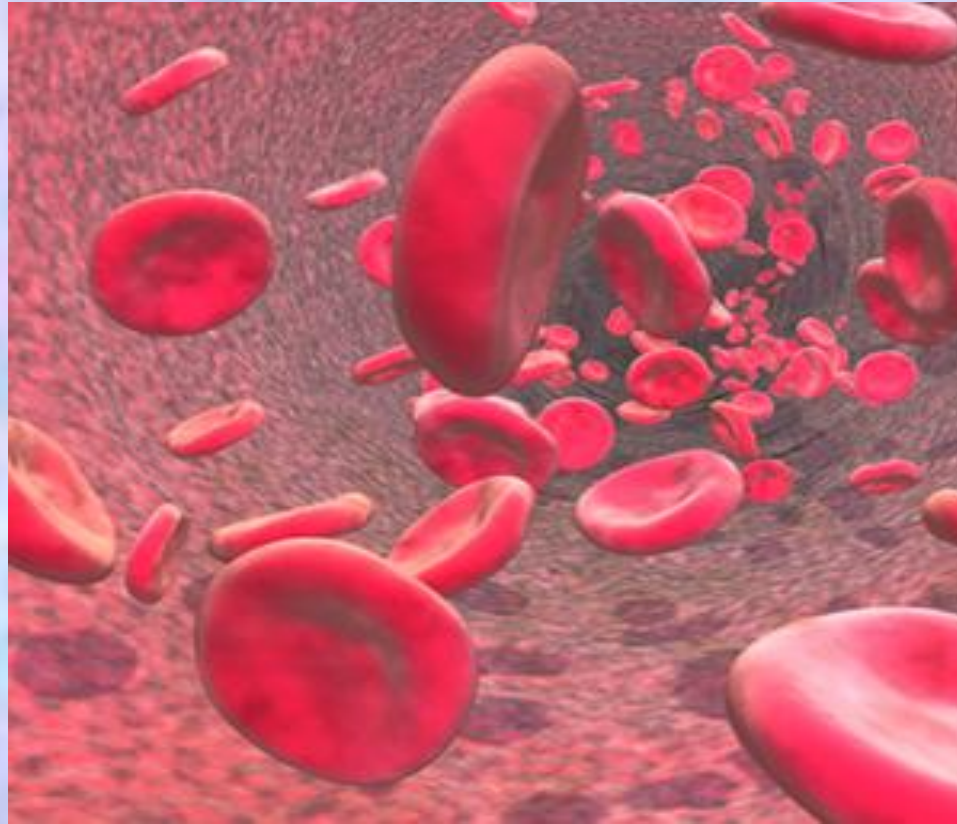


# Лекция 30



Система крови.

Составные части крови.

Эритроциты

**Кровь –  
жидкая среда организма  
вместе с лимфой и  
внеклеточной средой.**

# Кровь - это ткань:

- она занимает определенный объем (выделяют циркулирующую кровь и депонированную),
- она находится в постоянном движении,
- в этой ткани нет межклеточных связей
- клетки продуцируются вне ткани.

# **СИСТЕМА КРОВИ включает:**

- 1. Органы кроветворения**
- 2. Собственно кровь**
- 3. Органы кроверазрушения**
- 4. Нейро-гуморальную регуляцию**

# **Кровь состоит из:**

- воды, в которой растворены электролиты,
- водорастворимых питательных веществ,
- витаминов,
- газов.

# Кровь содержит:

- белки, с которыми связаны плохорастворимые вещества,
- а также **различные популяции клеток:**
  - эритроциты,
  - лейкоциты,
  - тромбоциты.

- Клетки крови образуются в **гемопоэтической ткани**, которая находится у плода в
  - печени
  - селезенке
  - **костном мозге** (в конце внутриутробного развития),
- а у взрослого – **только в красном костном мозге** трубчатых костей.

# Гемопоэтическая ткань

содержит **стволовые клетки**, из которых образуется все многообразие клеток крови:

- Эритроциты
- Все формы лейкоцитов
- Тромбоциты



# ФУНКЦИИ КРОВИ

- транспортная
- гомеостатическая
- гемостатическая
- иммунологическая  
(регуляторная)
- секреторная

# **ОБЪЕМ КРОВИ:**

**4-6 л (6,5-7% от общей массы тела) (без учета жира).**

**У детей: 8-9% от общей массы тела.**

**Нормальный объем крови**  
необходим для поддержания  
кровообращения, т.к. **величина**  
**объема крови** определяет  
**давление в центральных венах**  
и, за счет этого, **объемы**  
**наполнения и выброса крови**  
сердцем.

**Гиповолемиа** - снижение объема крови- (при нехватке жидкости, кровопотерях).

**Гиперволемиа** - повышение объема крови- (при избыточном потреблении жидкости, при увеличении осмотического давления)

**ГЕМАТОКРИТ** - часть  
объема крови,  
приходящаяся на долю  
эритроцитов – **40-45%**.

- Мужчины – **44 - 46%**;
- Женщины – **41- 43%**;
- Новорожденные - **60%**;
- Маленькие дети - **30%**.

## **ВЯЗКОСТЬ КРОВИ**

**– в среднем - 4,5 (3,5-5,4),  
если вязкость воды  
принять за 1.**

## **ВЯЗКОСТЬ ПЛАЗМЫ**

**– в среднем 2,2 (1,9-2,6).**

- Сопротивление потоку крови увеличивается прямо пропорционально повышению вязкости (закон Хагена-Пуазейля), **увеличение гематокрита означает увеличение нагрузки на сердце и может привести к недостатку снабжения кислородом тканей организма.**

# ПЛАЗМА

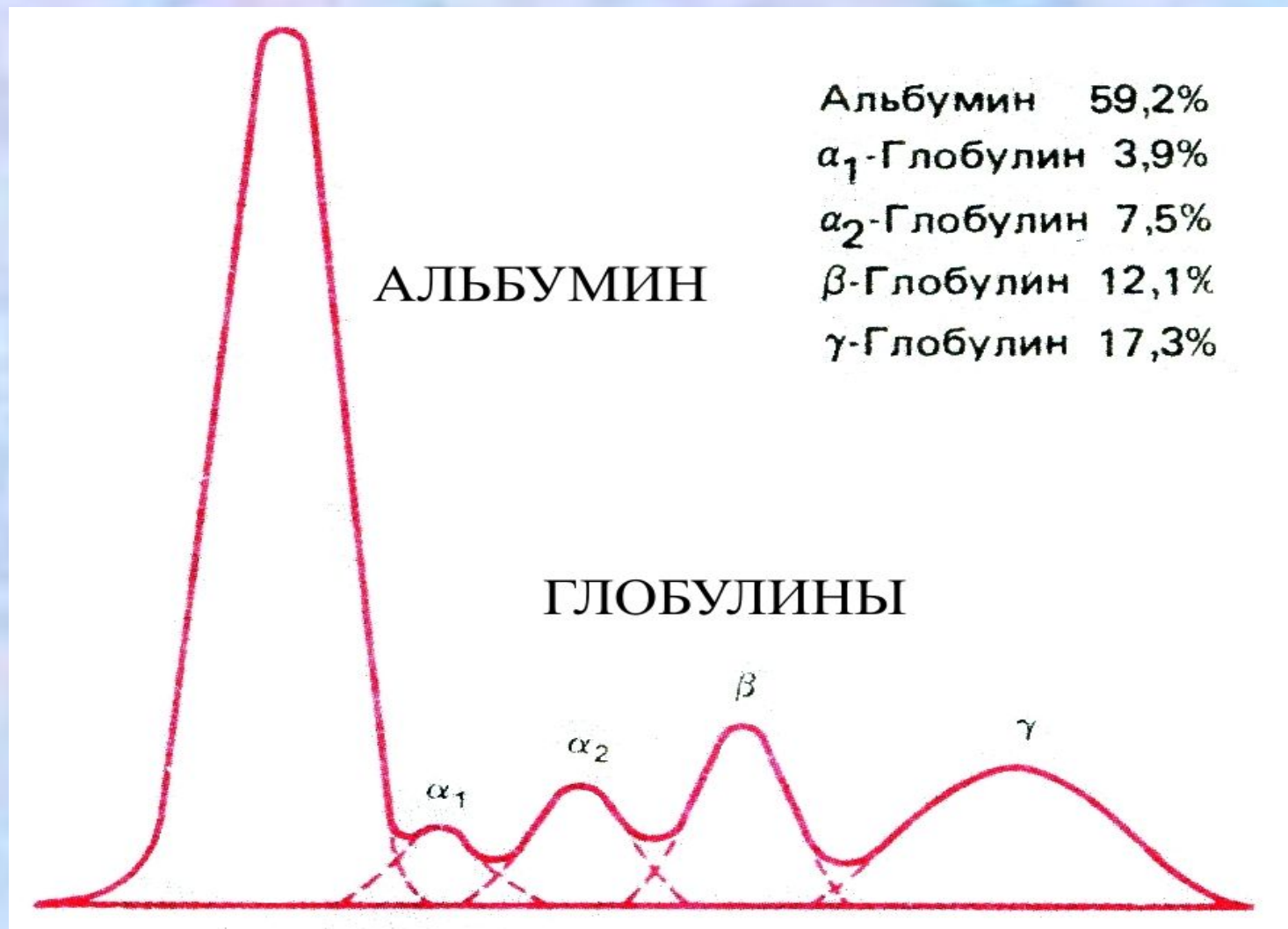
- Состав: вода - 90%;
  - белки – 7%,
  - низкомолекулярные соединения – 2%.
- 
- Удельный вес – 1,050 – 1,060;
  - pH – артериальной крови – 7,4.
  - pH – венозной крови – 7,35.



Центрифугируя свернувшуюся кровь получают **сыворотку крови**, она отличается от плазмы **отсутствием** главного белка свертывания крови – **фибриногена**.

# БЕЛКИ ПЛАЗМЫ

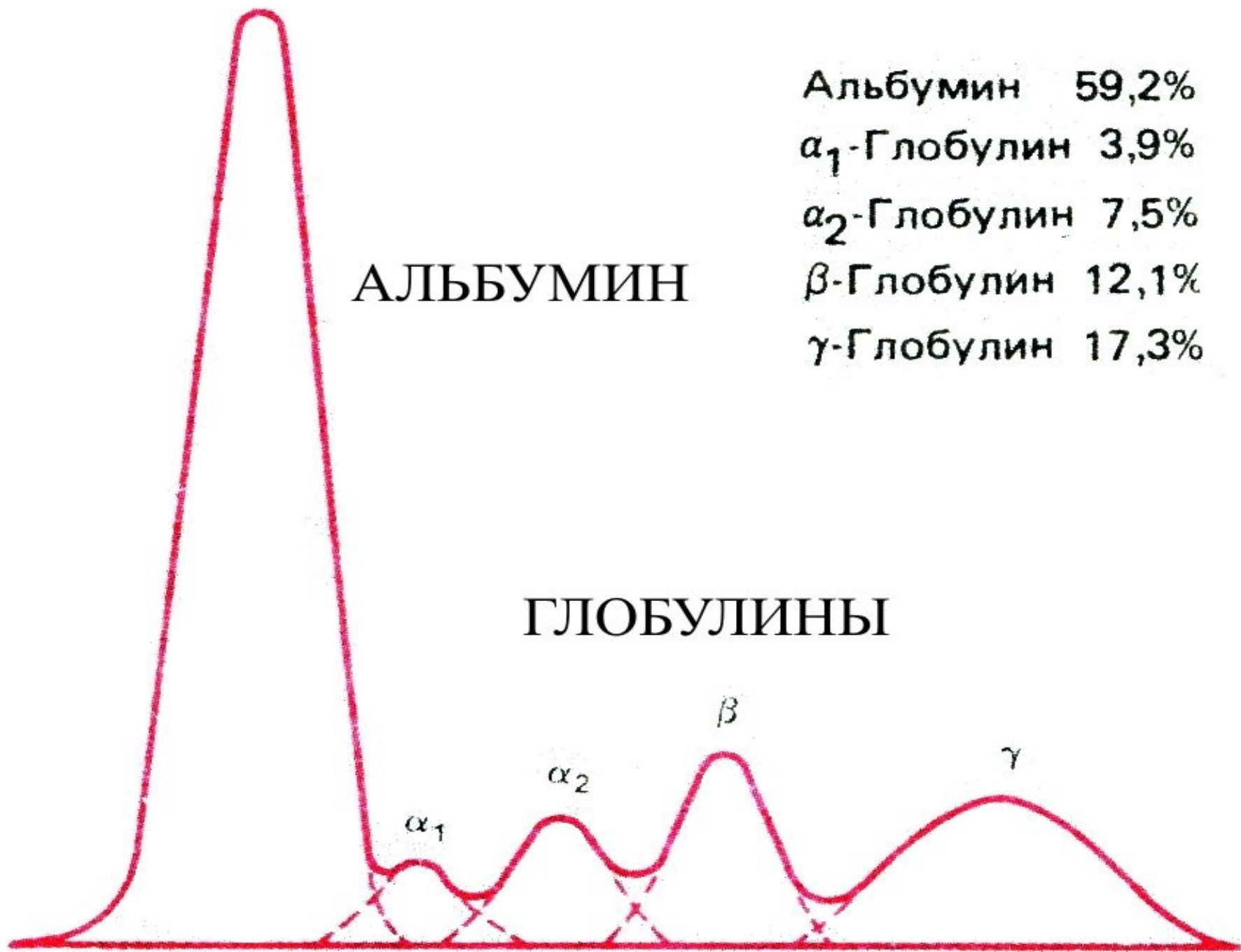
## электрофорез



АЛЬБУМИН

Альбумин 59,2%  
 $\alpha_1$ -Глобулин 3,9%  
 $\alpha_2$ -Глобулин 7,5%  
 $\beta$ -Глобулин 12,1%  
 $\gamma$ -Глобулин 17,3%

ГЛОБУЛИНЫ



- Альбумин на 80% обеспечивает **коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление крови**, важное для поддержания постоянства объема плазмы.
- Снижение концентрации альбуминов ведет к **отекам**, это происходит или при повышении выделения этого белка почками (**отек при нефротическом синдроме**), или при снижении белков в пище (**голодный отек**).

# **ФУНКЦИИ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ**

- **питательная (в 3л плазмы – 200 г белка)**
- **транспортная**
- **поддержание осмотического давления**
- **создание онкотического давления**
- **буферная**
- **обеспечение гемостаза**
- **участие в иммунитете**

# **БЕЛКИ ПЛАЗМЫ**

**АЛЬБУМИНЫ** - транспортные белки: (60% общего белка плазмы).

**Функция:** обеспечивают вязкость, онкотическое давление, буферную и транспортную функции, являются пластическим материалом.

**ГЛОБУЛИНЫ** – участвуют в иммунных реакциях (30%) – электрофоретически делятся на  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  – глобулины.

**Функция:**

- **Имуноглобулины** - обеспечивают реакции иммунитета ,
- **Агглютинины** - участвуют в реакциях свертывания.

# БЕЛКИ КОМПЛЕМЕНТА

**функция** обеспечение  
специфического  
иммунитета.



# **БЕЛКИ СИСТЕМЫ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ:**

**ФИБРИНОГЕН (10%) –  
коагулянт.**

- Функция – обеспечивает свертывание крови.**

# **АНТИКОАГУЛЯНТЫ:**

**первичные и вторичные**

**антикоагулянты,**

**антитромбин,**

**$\alpha_2$  - антиплазмин,**

**$\alpha_2$  - макроглобулин и т.п.**

# Специфические транспортные белки

- апотрансферрин  
(железосвязывающий белок)
- транскобаламин (связывает витамин  $B_{12}$ )
- транскортин (связывает кортизол).

Представляют собой **систему запасания**, из которой при необходимости могут быть извлечены нужные вещества.

Важное физиологическое и клиническое значение имеют **липопротеины**, которые участвуют в транспорте:

- холестерина,
- холиновых эфиров,
- фосфоглицеридов,
- триацилглицерина.

# Выделяют липопротеины:

1. Очень низкой плотности (ЛОНП)
2. Средней плотности (ЛСП)
3. Низкой плотности (ЛНП)
4. Высокой плотности (ЛВП).

- Плотность связана с **процентным содержанием жира** (остальное белки), **которых у**

- ЛОНП - около 90% массы,
  - а у ЛВП - 50%.

- Из всех липопротеинов плазмы **ЛНП** содержат наибольшее количество **холестерина** и **холиновых эфиров**.
- Транспорт ЛНП внутрь клетки происходит с помощью **ЛНП-рецептора**, который находится на поверхности мембраны клетки.

- Концентрация ЛНП в плазме коррелирует с атеросклерозом. При семейной гиперхолестеринемии наблюдается **дефект ЛНП-рецептора**, из-за чего циркулирующий в крови ЛНП не может быть захвачен клетками.

Это уже в детском возрасте приводит к **гиперхолестеринемии** и рано возникающим атеросклеротическим изменениям больших сосудов.



# **БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ**

- гемоглобина**
- карбонатная**
- фосфатная**
- белков плазмы**

В норме рН крови соответствует **7,36**  
т.е. реакция слабоосновная.

Колебания рН крайне  
незначительны. В условиях покоя  
**рН артериальной крови 7,4**  
**венозной- 7,34.**

- В клетках и тканях рН достигает 7,2  
и даже 7,0, что зависит от  
образования в них в процессе  
обмена веществ “кислых” продуктов  
метаболизма.

- При различных физиологических состояниях рН крови может изменяться как в кислую (до 7,3), так и в щелочную (до 7,5) сторону.
- Более значительные отклонения рН сопровождаются тяжелейшими последствиями для организма.

- При **pH крови 6,95** наступает **потеря сознания** и если эти сдвиги в кратчайший срок не ликвидировать, то неминуема **смерть**.
- При уменьшении концентрации ионов  $H^+$  и **pH 7,7**, наступают **тяжелейшие судороги** (тетания), что также может привести к **смерти**.

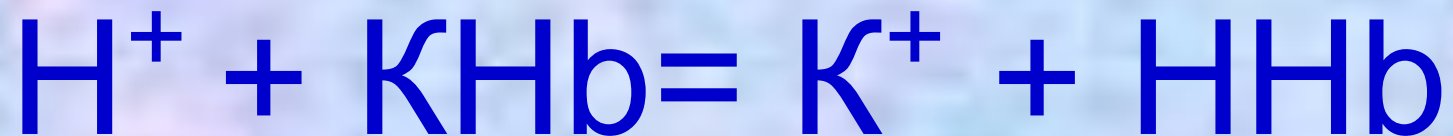
# Буферная система гемоглобина

- На ее долю приходится **75%** буферной емкости крови.

Эта система включает

- 1. восстановленный гемоглобин (ННб) и**
- 2. калиевую соль восстановленного гемоглобина (КНб).**

- Буферные свойства системы обусловлены тем, что  $\text{KHb}$ , как соль слабой кислоты, отдает ион  $\text{K}^+$  и присоединяет при этом ион  $\text{H}^+$ , образуя слабодиссоциированную кислоту:



# **Карбонатная буферная система**



**( $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ )** по мощности занимает второе место.

- $\text{NaHCO}_3$  диссоциирует на ионы Na и  $\text{HCO}_3^-$ .
- Если в кровь поступает кислота более сильная, чем  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , то происходит обмен ионами Na с образованием слабодиссоциированной и легко растворимой  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , что предотвращает повышение концентрации  $\text{H}^+$  в крови.

- Увеличение концентрации  $\text{H}_2\text{CO}_3$  приводит к ее распаду под влиянием фермента **карбоангидразы**, находящегося в эритроцитах, на  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ . Последний поступает в лёгкие и выделяется в окружающую среду.
- Если в кровь поступает основание, то оно реагирует с угольной кислотой, образуя натрия гидрокарбонат  **$\text{NaHCO}_3$**  и **воду**, что препятствует сдвигу pH в щелочную сторону.

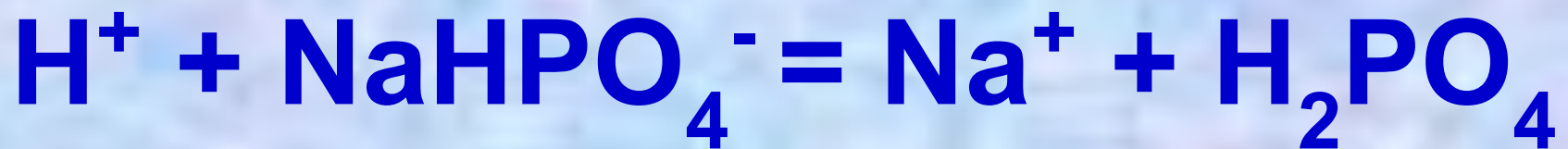
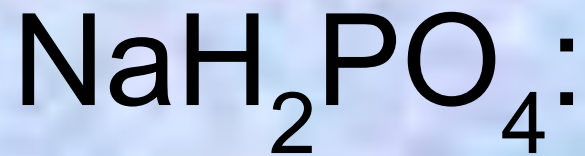
# Фосфатная буферная система

образована

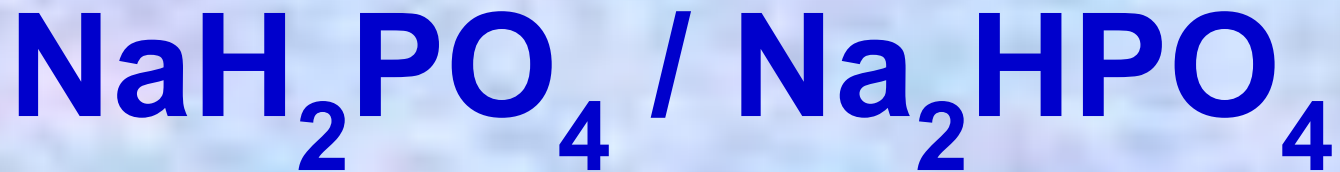
1. натрия дигидрофосфатом  
( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ )
2. натрия гидрофосфатом  
( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ).

Первое соединение ведет себя как слабая кислота, второе - как соль слабой кислоты

Если в кровь попадает более сильная кислота, то она реагирует с  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  образуя нейтральную соль и увеличивает количество слабодиссоциируемого



Избыточное количество  
натрия дигидрофосфата  
при этом будет удаляться  
с мочой, благодаря чему  
соотношение



не изменится.

# **Буферная система белков плазмы крови**

Белки играют роль буфера,  
т.к. обладают

**амфотерными**

свойствами:

в кислой среде ведут себя  
как основания,

а в основной - как кислоты.



# **ПЛАЗМОЗАМЕНЯЮЩИЕ РАСТВОРЫ**

- **Гемодинамические растворы**

- **ПОЛИГЛЮКИН**, содержит раствор полимера глюкозы – **декстран**, имеет большую молекулярную массу (60 000), длительно циркулирует в крови.

- Применяется для улучшения гемодинамики, нормализации АД, при шоке.

# Дезинтоксикационные растворы

- **реополиглюкин**, раствор декстрана с молекулярной массой 30 000.
- способствует выведению жидкости из тканей в кровь, увеличивает диурез.
- Аналогичное действие – **гемодез, желатиноль**.

**Растворы, регулирующие  
водно-солевой баланс и  
кислотно-щелочное  
равновесие**

***натрия хлорид (0,9%).***

# Принципы изготовления кровезаменяющих растворов

- Для создания идеального кровезаменяющего раствора к 0,9% раствору NaCl добавляют ионы кальция, хлора, калия, глюкозу, газ перфторан-переносчик кислорода.

# Принципы переливания крови

1. изООСМОТИЧНОСТЬ
2. изОиОНИЯ (иОнный состав раствора должен соответствовать плазме крови)
3. буфОрные свойства
4. энергетическая ценность (глюкоза)
5. онкотическое давление (полимеры)