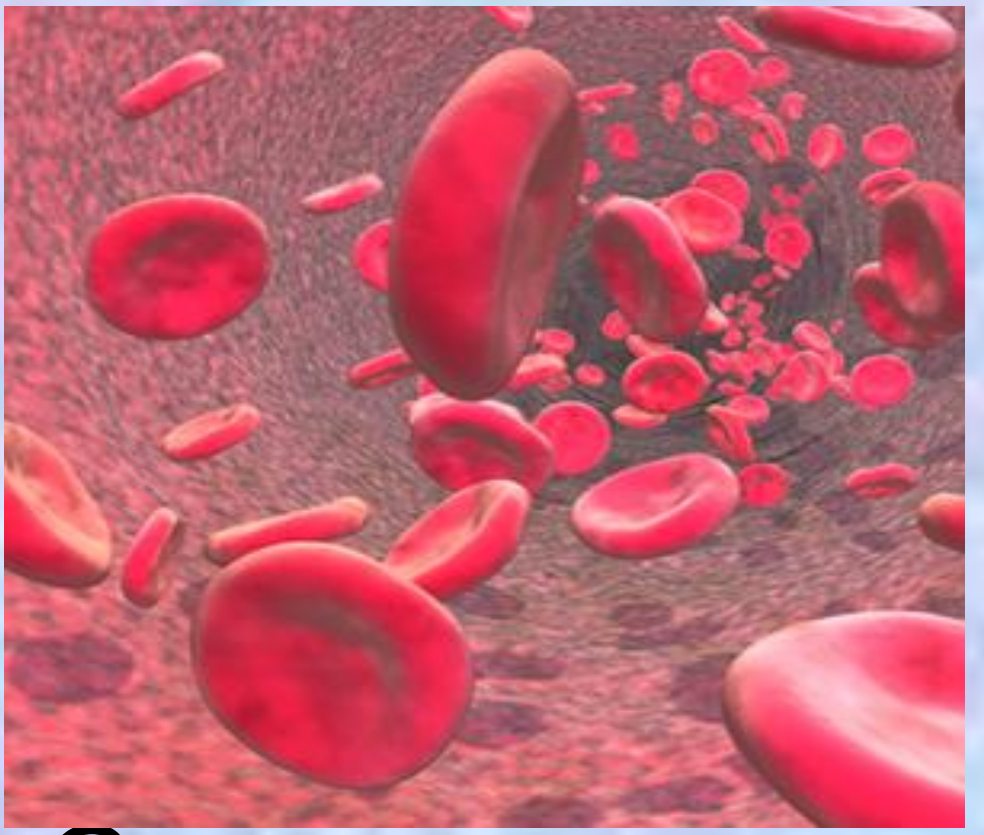
Лекция 30



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.

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

Гиперволемия - 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

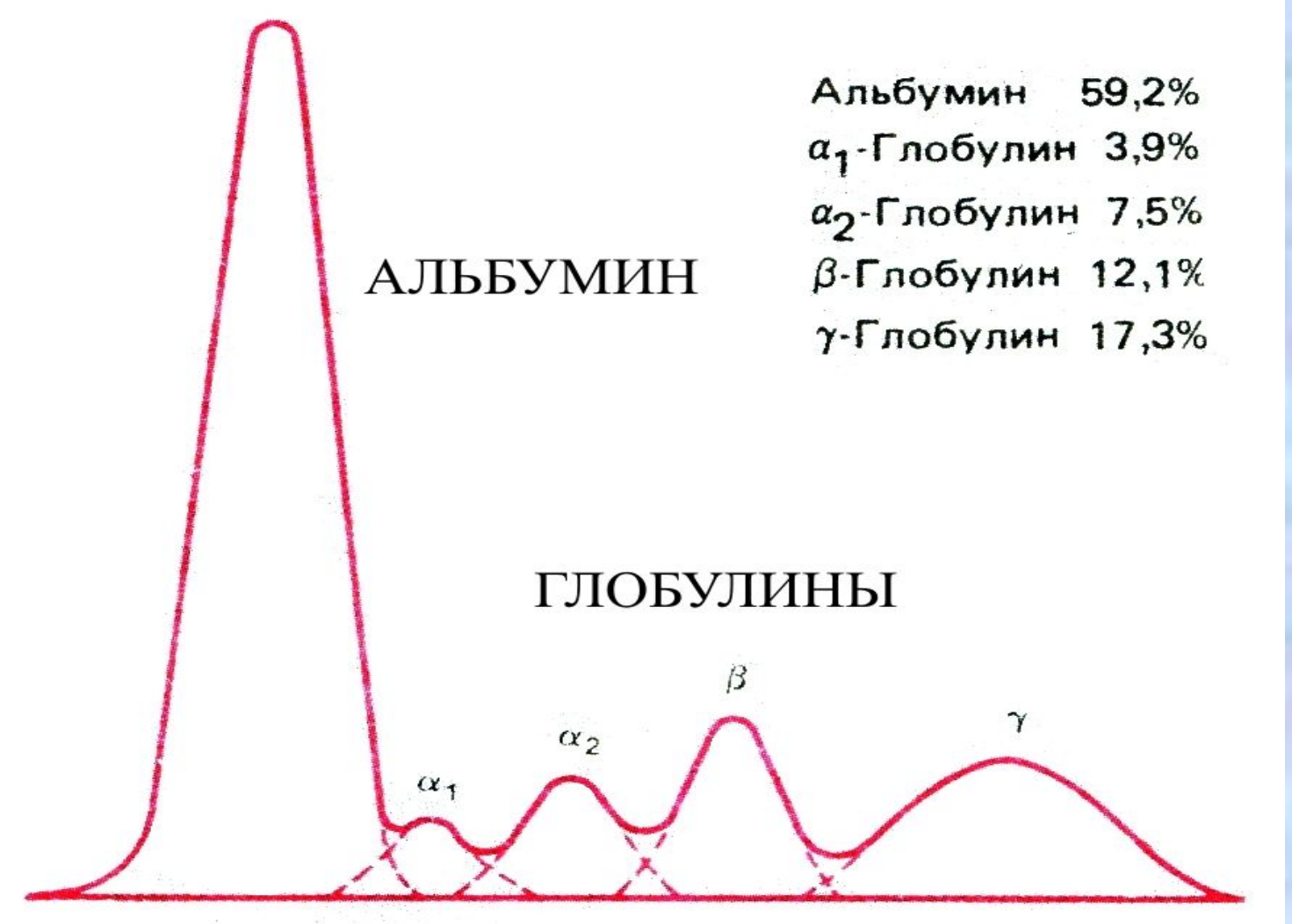
- Состав: вода - 90%;
- белки – 7%,
- низкомолекулярные соединения – 2%.

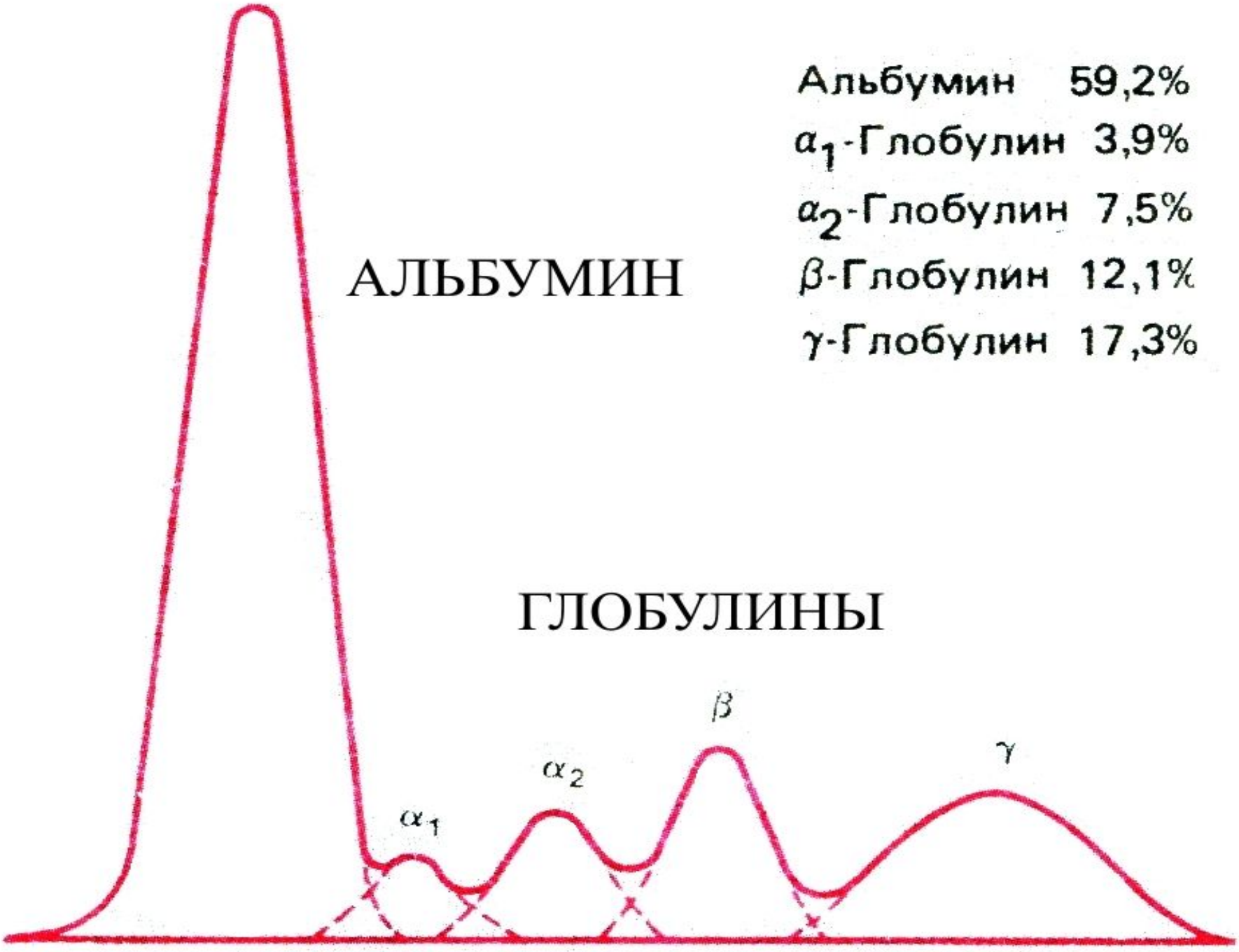
- Удельный вес – 1,050 – 1,060;
- pH – артериальной крови – 7,4.
- pH – венозной крови – 7,35.

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

БЕЛКИ ПЛАЗМЫ

. ***электрофорез***




Альбумин 59,2%
α_1-Глобулин 3,9%
α_2-Глобулин 7,5%
β-Глобулин 12,1%
γ-Глобулин 17,3%
АЛЬБУМИН
ГЛОБУЛИНЫ
α_1
α_2
β
γ

- 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 α1, α2, β и γ – глобулины.

Функция:

- **Иммуноглобулины -** 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,

α2 - антиплазмин,

α2 - 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 pH крови соответствует 7,36 т.е. реакция слабоосновная.

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

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

- При различных физиологических состояниях pH крови может изменяться как в кислую (до 7,3), так и в щелочную (до 7,5) сторону.

- Более значительные отклонения pH 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 (HHb)** и
2. **калиевую соль восстановленного гемоглобина (KHb)**.

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

$$H^+ + KHb = K^+ + HHb$$

Карбонатная буферная система

($H_2CO_3/NaHCO_3$) по мощности занимает второе место.

- $NaHCO_3$ диссоциирует на ионы Na и HCO_3^-.
- Если в кровь поступает кислота более сильная, чем H_2CO_3, то происходит обмен ионами Na с образованием слабодиссоциированной и легко растворимой H_2CO_3, что предотвращает повышение концентрации H^+ в крови.

- Увеличение концентрации **H_2CO_3** приводит к ее распаду под влиянием фермента **карбоангидразы**, находящегося в эритроцитах, на H_2O и CO_2. Последний поступает в легкие и выделяется в окружающую среду.
- Если в кровь поступает основание, то оно реагирует с угольной кислотой, образуя натрия гидрокарбонат **$NaHCO_3$ и воду**, что препятствует сдвигу pH в щелочную сторону.

Фосфатная буферная система

образована

1. **натрия дигидрофосфатом (NaH_2PO_4)**
2. **натрия гидрофосфатом (Na_2HPO_4).**

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

Если в кровь попадает более сильная кислота, то она реагирует с Na_2HPO_4 образуя нейтральную соль и увеличивает количество слабодиссоциируемого NaH_2PO_4:

$$H^+ + NaHPO_4^- = Na^+ + H_2PO_4$$

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

NaH_2PO_4 / Na_2HPO_4

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. буферные свойства
4. энергетическая ценность (глюкоза)
5. онкотическое давление (полимеры)