

Биохимия крови



Доцент Леднёва И.О.

Общая характеристика

▶ Объем:

у женщин – 4 л,

у мужчин – 5,2 л

~ 8% от массы тела.

▶ pH: 7,36 – 7,4.

▶ Относительная плотность:

цельная кровь – 1,050 - 1,065;

плазма – 1,024 - 1,030.

▶ Вязкость: в 4-5 раз выше вязкости H₂O.

▶ Осм. давление ~ 7,6 атм при 37°C



Химический состав крови

Плазма (55%)

Вода (90%)

Сухой остаток (10%):

белки (7%),

углеводы, липиды,

органич. в-ва,

минер. в-ва (1%)

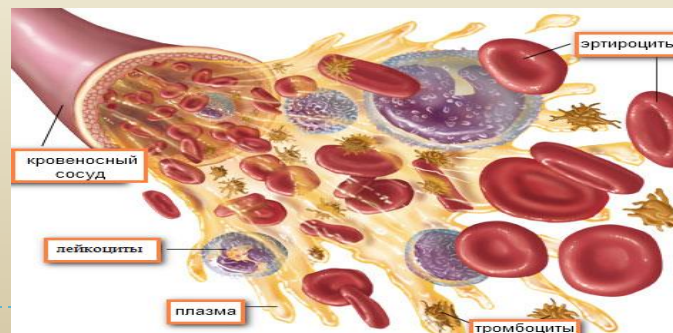
Форменные элементы (45%)

Эритроциты (44%)

Лейкоциты

Лимфоциты } 1%

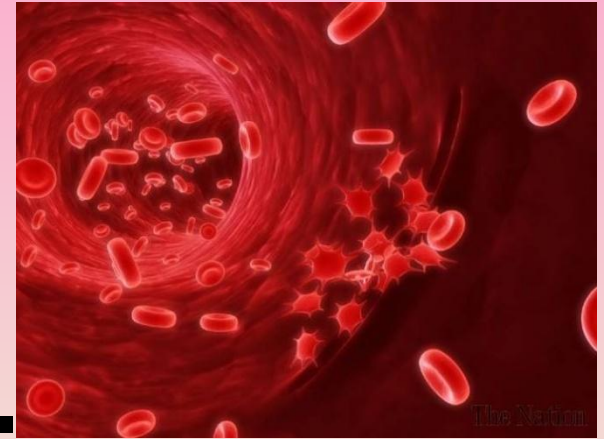
Тромбоциты



ФУНКЦИИ КРОВИ

▶ Транспортная:

- дыхательная;
- трофическая;
- выделительная.



▶ Защитная:

- иммунологическая;
- гемостатическая;
- коллоидная защита.

ФУНКЦИИ КРОВИ

▶ Регуляторная:

- поддержание осмотического давления;
- поддержание онкотического давления;
- регуляция КОР;
- гормональная;
- терморегуляторная.

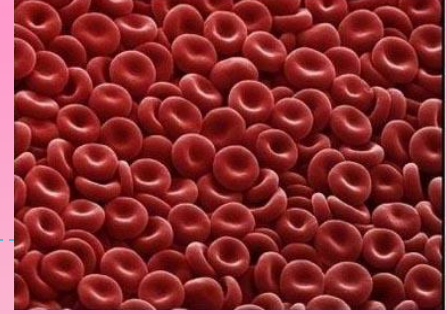
▶ Обезвреживающая

Особенности метаболизма в форменных элементах крови

ЭРИТРОЦИТЫ

- ▶ образуются из стволовых клеток костного мозга;
- ▶ Т– 120 суток;
- ▶ пролиферацию и дифференцировку регулирует гормон эритропоэтин.

ЭРИТРОЦИТЫ



- ▶ Не содержат ядра, рибосом, митохондрий.
- ▶ Не синтезируются белки, нуклеиновые кислоты.
- ▶ Не протекают реакции ЦТК, ЦТД, β -окисления жирных кислот.
- ▶ Основной источник энергии – глюкоза (транспортируется в эритроцит с участием ГЛЮТ 2).
- ▶ 90% глюкозы окисляется по пути анаэробного гликолиза с образованием АТФ.
- ▶ АТФ обеспечивает работу Na^+, K^+ -АТФазы.
- ▶ Особенностью гликолиза является наличие шунта Раппопорта

ЭРИТРОЦИТЫ

шунт Раппопорта



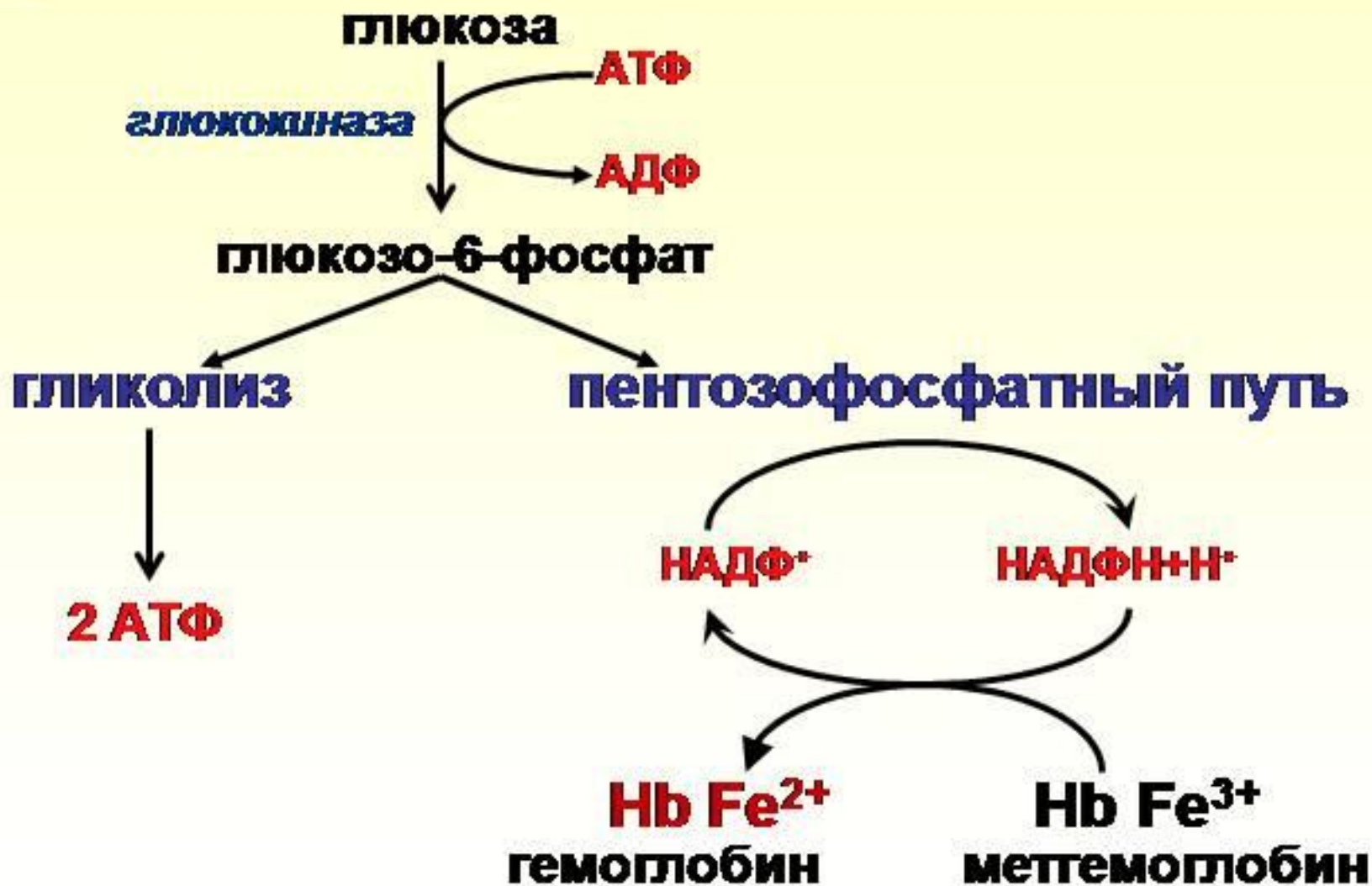
ЭРИТРОЦИТЫ

- ▶ 10% глюкозы окисляется в реакциях пентозофосфатного пути с образованием НАДФН₂;
- ▶ НАДФН₂ обеспечивает восстановление *глутатиона*: Глу-S-Sглу → 2 Глу-SH.

Глутатион:

- ▶ препятствует окислению гемоглобина, перекисному окислению липидов мембраны;
- ▶ восстанавливает SH-группы белков мембраны.

Обмен глюкозы в эритроците



Лейкоциты



ЛЕЙКОЦИТЫ

- ▶ Содержат ядро, митохондрии, высокое содержание нуклеиновых кислот.
- ▶ Протекают процессы биосинтеза нуклеиновых кислот, белков.
- ▶ Основной путь получения АТФ – аэробный распад глюкозы.
- ▶ АТФ также образуется в реакциях β -окисления жирных кислот.

ЛЕЙКОЦИТЫ

- ▶ В лейкоцитах находится гликоген крови.
- ▶ В лизосомах локализована мощная система протеолитических ферментов, что обеспечивает участие лейкоцитов в защитных реакциях организма.
- ▶ Поглощение бактерий лейкоцитами в процессе фагоцитоза сопровождается резким увеличением потребления кислорода с образованием супероксиданиона и пероксида водорода – «респираторный взрыв».

- **Образование активных форм кислорода при респираторном взрыве**



ЛИМФОЦИТЫ

высокая значимость в поддержании функциональной активности лимфоцитов:

- **синтез белков (γ -глобулинов);**
- **интенсивный ионный транспорт;**
- **активация энергетического обмена;**
- **синтез АТФ и нуклеотидов;**
- **синтез глутатиона и ферментов глутатионового обмена.**

Тромбоциты



ТРОМБОЦИТЫ

- ▶ Не содержат ядра.
- ▶ Протекают реакции обмена углеводов, липидов; окислительное фосфорилирование;
- ▶ Основная функция – синтез тромбоцитарных факторов свертывания крови.

ГЕМОГЛОБИН ЧЕЛОВЕКА

Гемоглобин – *гемопротейн*, 68 кДа.

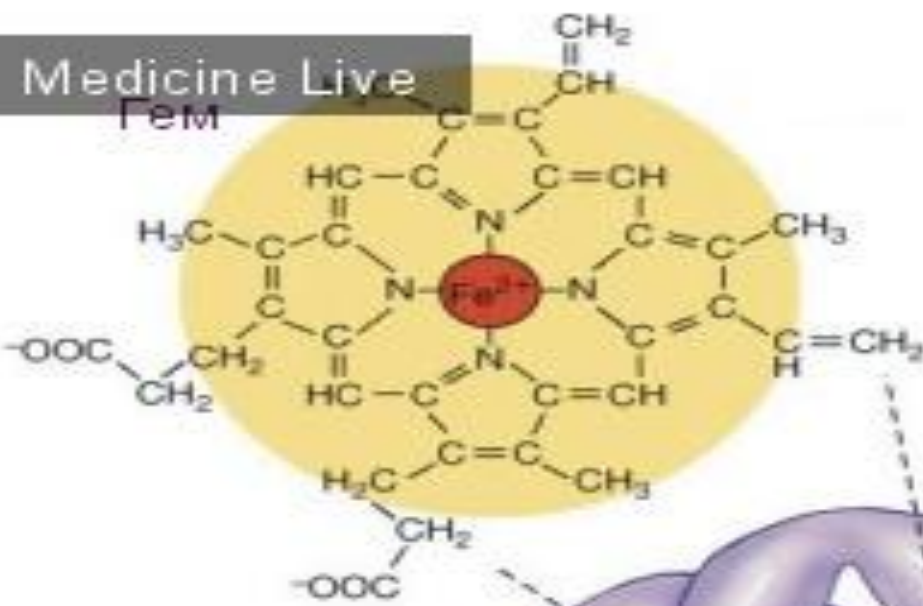
Строение: 4 субъединицы (по 17 кДа):

Субъединица: глобин + гем.

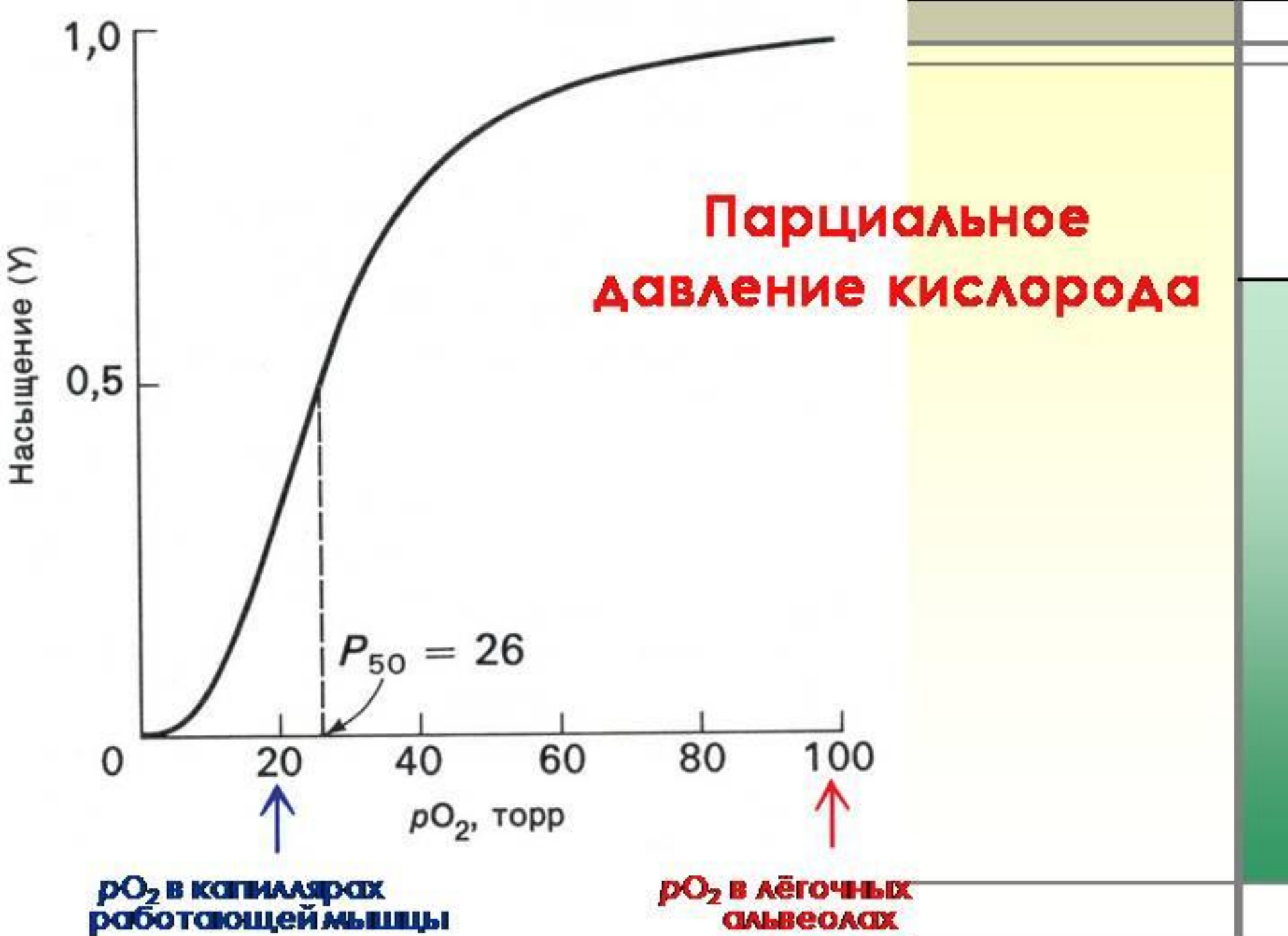
2 α - субъединицы (141 ак) и

2 β - субъединицы (146 ак).

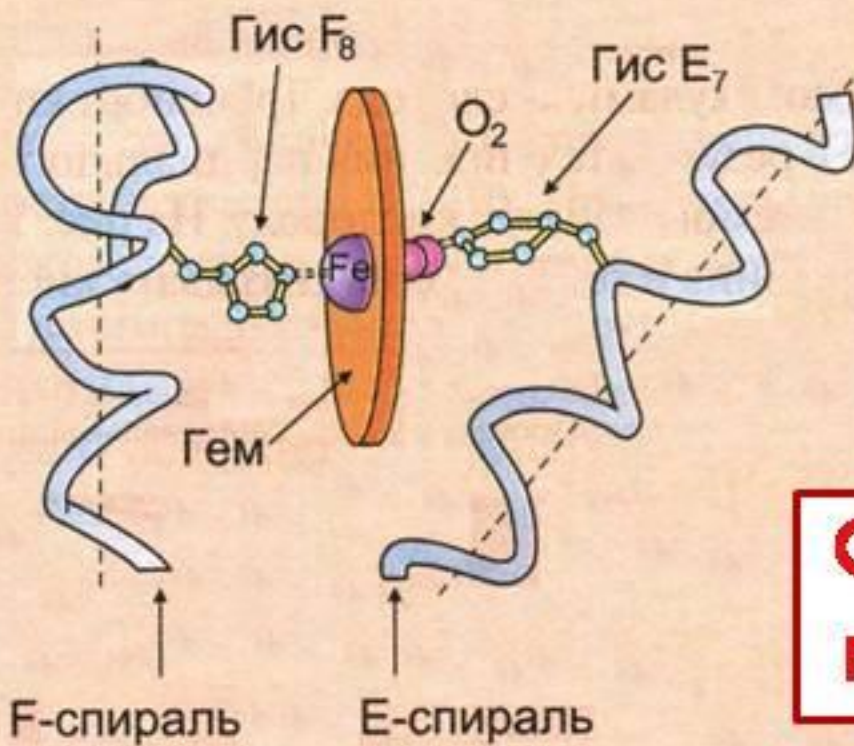
Функция: транспорт O_2 в ткани, CO_2 и протонов в легкие.



Молекула гемоглобина

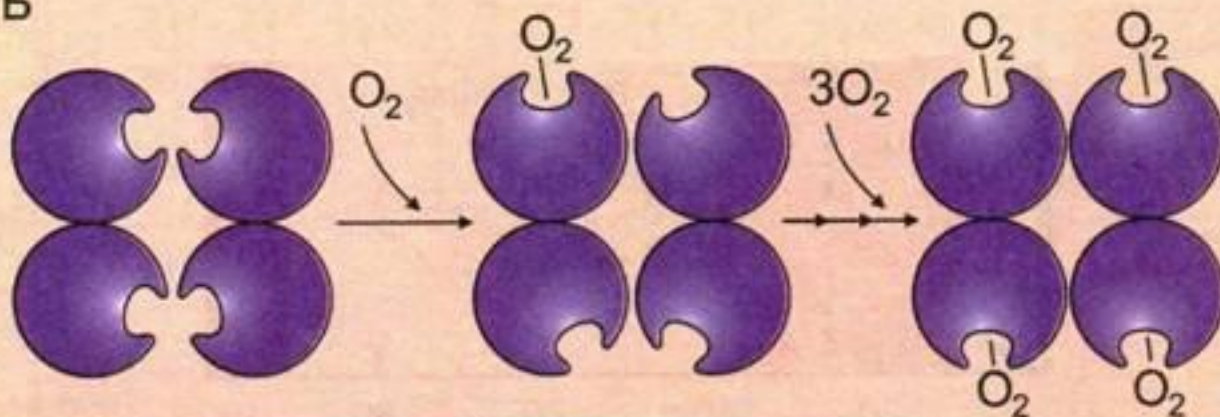


А



Оксигенация гемоглобина

Б



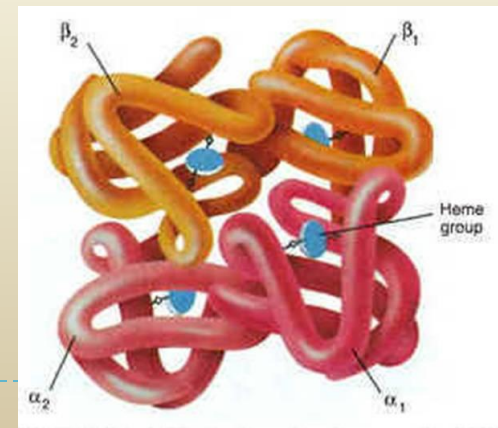
Производные гемоглобина

- ▶ Дезоксигемоглобин – HHb .
 - ▶ Оксигемоглобин – HHbO_2 .
 - ▶ Карбгемоглобин – HHbCO_2 .
 - ▶ Карбоксигемоглобин – HHbCO .
 - ▶ Метгемоглобин – MetHHb (Fe^{3+}).
-

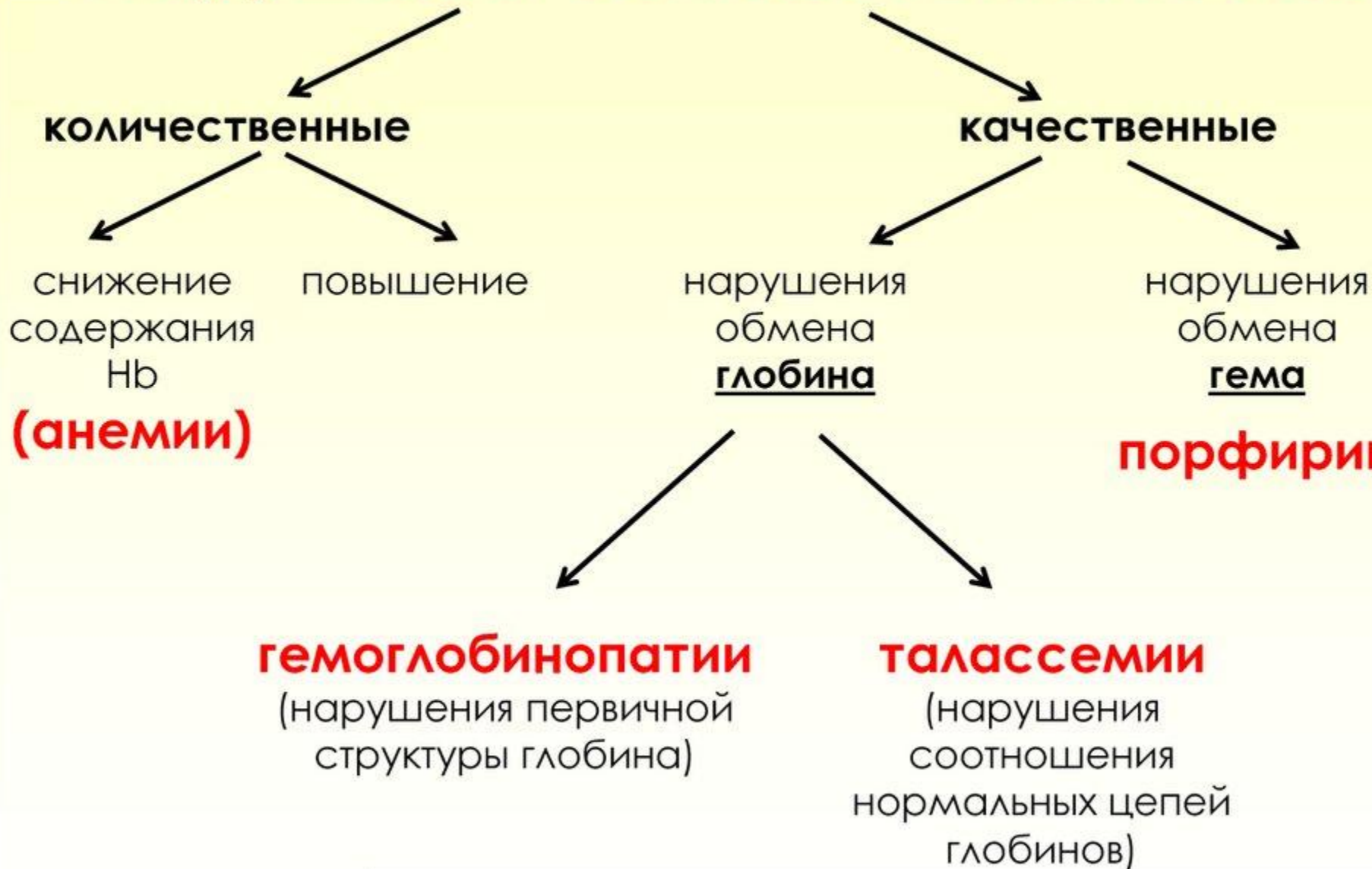


ВАРИАНТЫ ГЕМОГЛОБИНА В ОНТОГЕНЕЗЕ

- ▶ Примитивный – HbP, $2\alpha 2\varepsilon$.
- ▶ Фетальный – HbF, $2\alpha 2\gamma$.
- ▶ Гемоглобин А – HbA, $2\alpha 2\beta$.
- ▶ Минорные:
 - HbA₂, $2\alpha 2\delta$;
 - HbA₃, $2\alpha 2\beta$.



Нарушения обмена гемоглобина



ГЕМОГЛОБИНОЗЫ

это структурные аномалии
белковой части гемоглобина.

- ▶ Гемоглобинопатии –
насл. изменения белковой части вследствие
точечных мутаций:
 - серповидноклеточная анемия HbS;
- ▶ Талассемии – насл. заболевания,
связанные с нарушением синтеза α - или β -
цепей.

Гипоксии

```
graph TD; A[Гипоксии] --> B[Экзогенная]; A --> C[Патологические:];
```

Экзогенная

Патологические:

- 1) дыхательная;
- 2) циркуляторная;
- 3) гемическая;
- 4) тканевая;
- 5) смешанная.

(Березов Т.Т., стр. 461)

ОБМЕН ЖЕЛЕЗА

**В организме взрослого человека –
3-5 г Fe.**

70% – гемоглобин;

25% – ферритин;

4% – миоглобин мышц;

**0,1 – трансферрин (в плазме
крови);**

~ 1% – Fe-содержащие ферменты.

ОБМЕН ЖЕЛЕЗА

Источники Fe:

- **железо пищи;**



- **железо, освобождающееся при распаде гемоглобина, миоглобина, ферментов.**

Fe³⁺ пищи (5-15 мг/сут)

НСІ

ВИТ С

КИШЕЧНИК (1-2 мг/сут), Fe²⁺

плазма

Трансферрин

Ферритин

Распад

**Реутилизация
(25 мг/сут)**

**Выведение
(1 мг/сут)**

гемоглобин и др.

кал, моча, желчь,



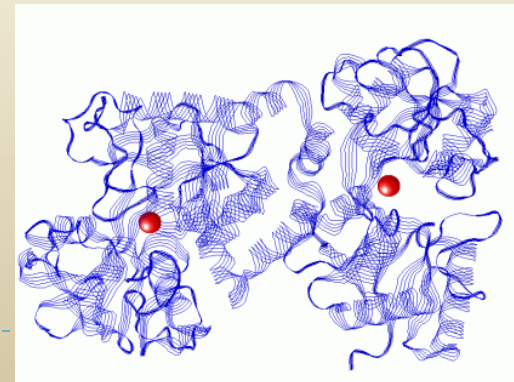
БЕЛКИ ОБМЕН ЖЕЛЕЗА

▶ Апоферритин –

связывает железо в энтероцитах и превращается в ферритин. Регулирует поступление железа в кровь.

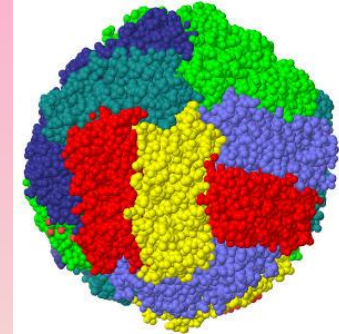
▶ Трансферрин –

гликопротеин, транспортирует железо к местам депонирования и использования. Имеет два центра связывания железа.



▶ **Ферритин:**

**олигомер, 24 протомера, 450 кДа.
Функция – депонирование железа
(печень, селезенка,
костный мозг).**



Железодефицитные анемии:

- ▶ **недостаток железа в пище;**
- ▶ **нарушения всасывания железа в ЖКТ;**
- ▶ **хронические кровопотери;**
- ▶ **повышенная потребность организма в железе.**



Характерные признаки

- ▶ **понижение концентрации гемоглобина и числа эритроцитов;**
- ▶ **снижение уровня сывороточного железа;**
- ▶ **снижение насыщения трансферрина железом;**
- ▶ **снижение концентрации ферритина;**
- ▶ **повышение железосвязывающей способности сыворотки крови.**

БЕЛКИ ПЛАЗМЫ КРОВИ

65 -85 г/л

Функции:

- ▶ Транспортная.
- ▶ Поддержание онкотического давления крови.
- ▶ Поддержание рН крови.

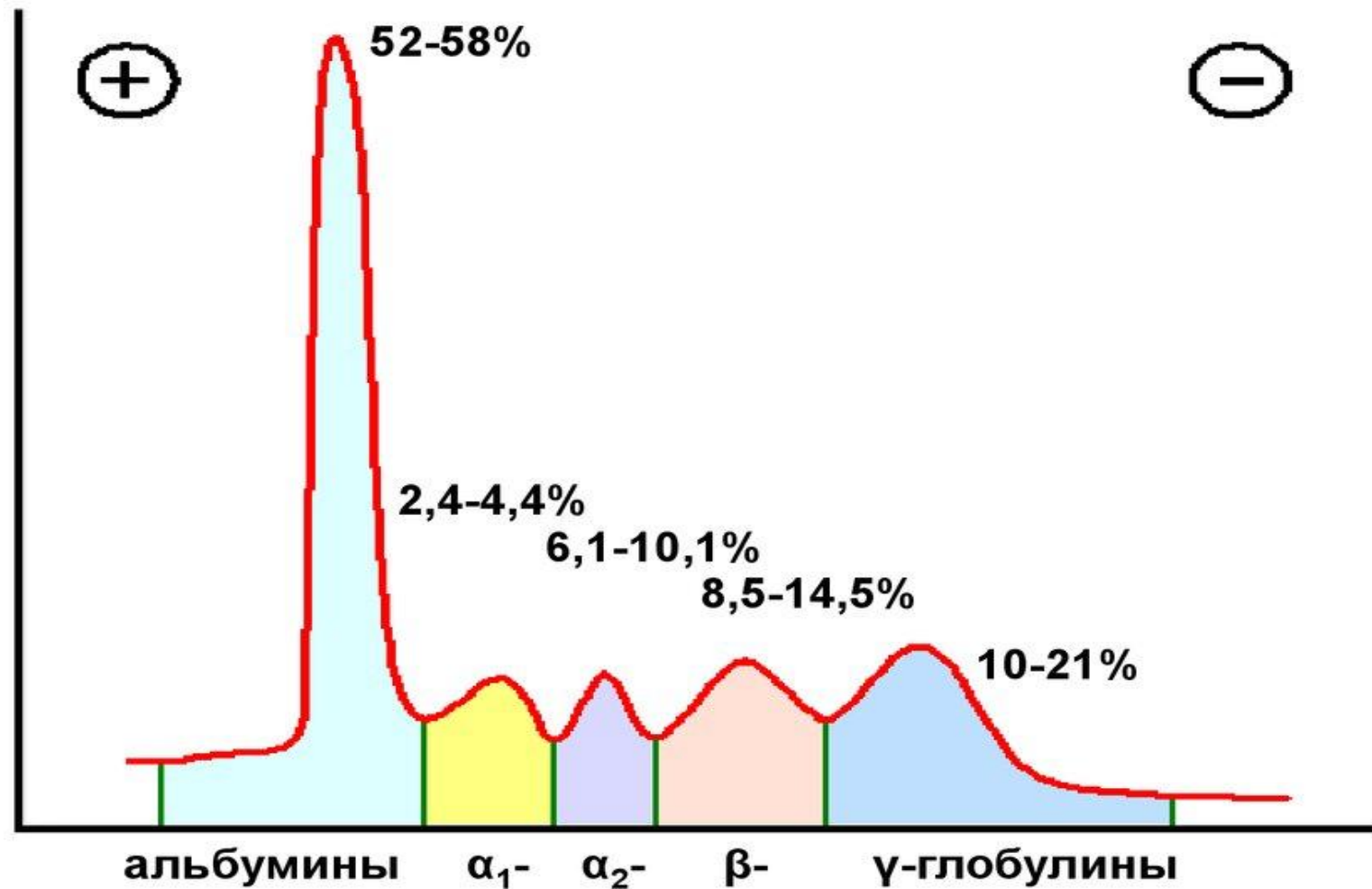
- ▶ Защитная:
 - белки системы свертывания крови;
 - иммуноглобулины;
 - белки системы комплемента.

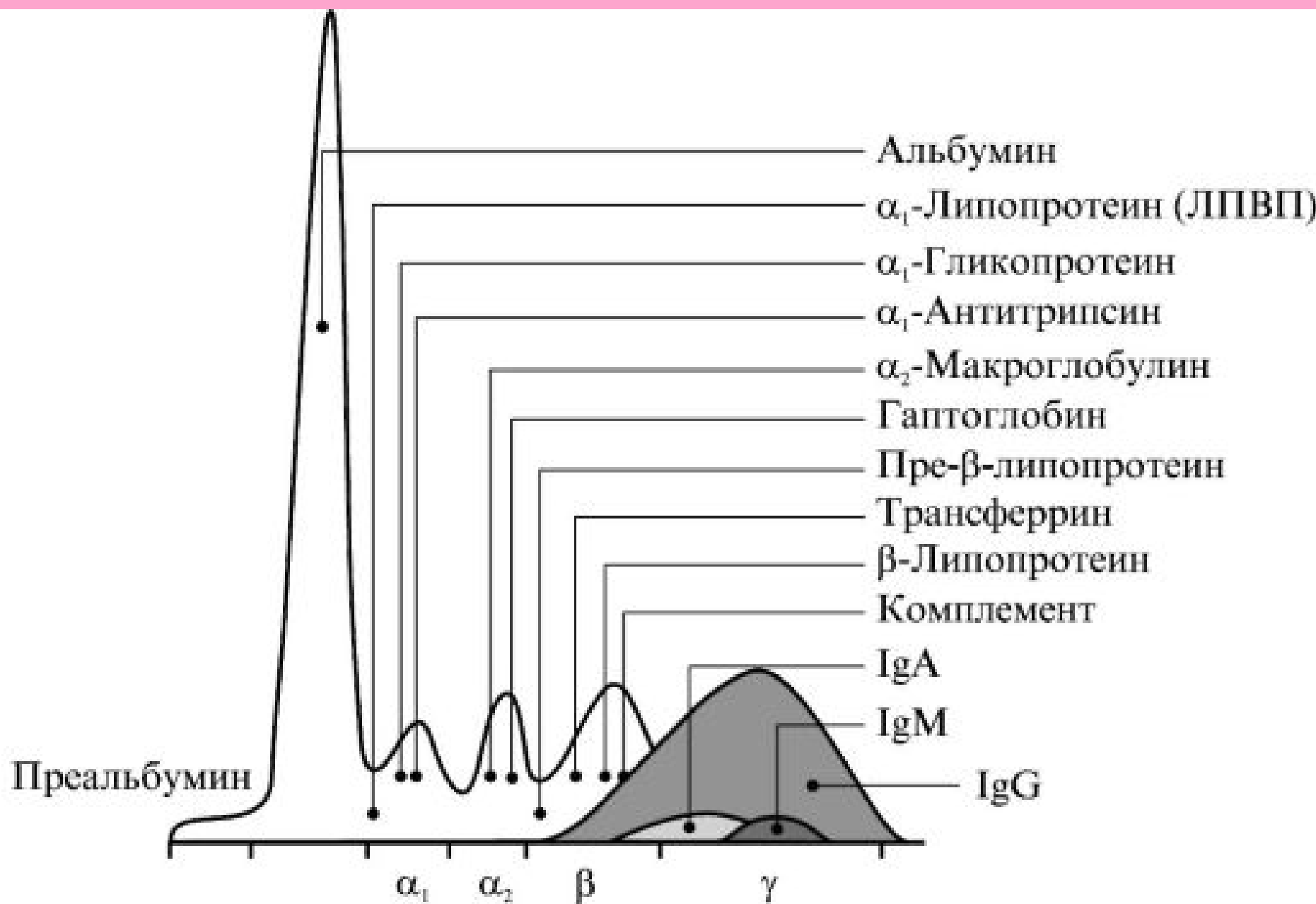
- ▶ Резерв аминокислот для организма.

Основные фракции белков крови

- **Альбумины-40-50г/л**
- **Глобулины -20-30 г/л**
 - 1. α_1 -3%**
 - 2. α_2 -5%**
 - 3. β -10%**
 - 4. γ -15%**
- **Фибриноген -2-4 г/л**

Фракции белков сыворотки крови





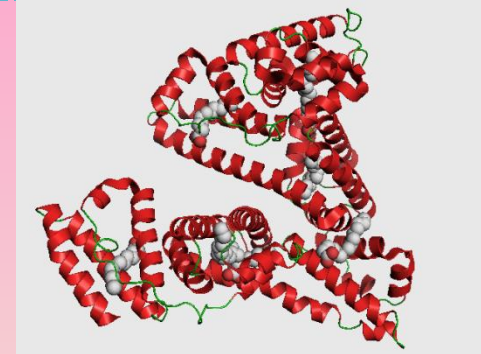
Характеристика белков сыворотки

Белки системы комплемента:

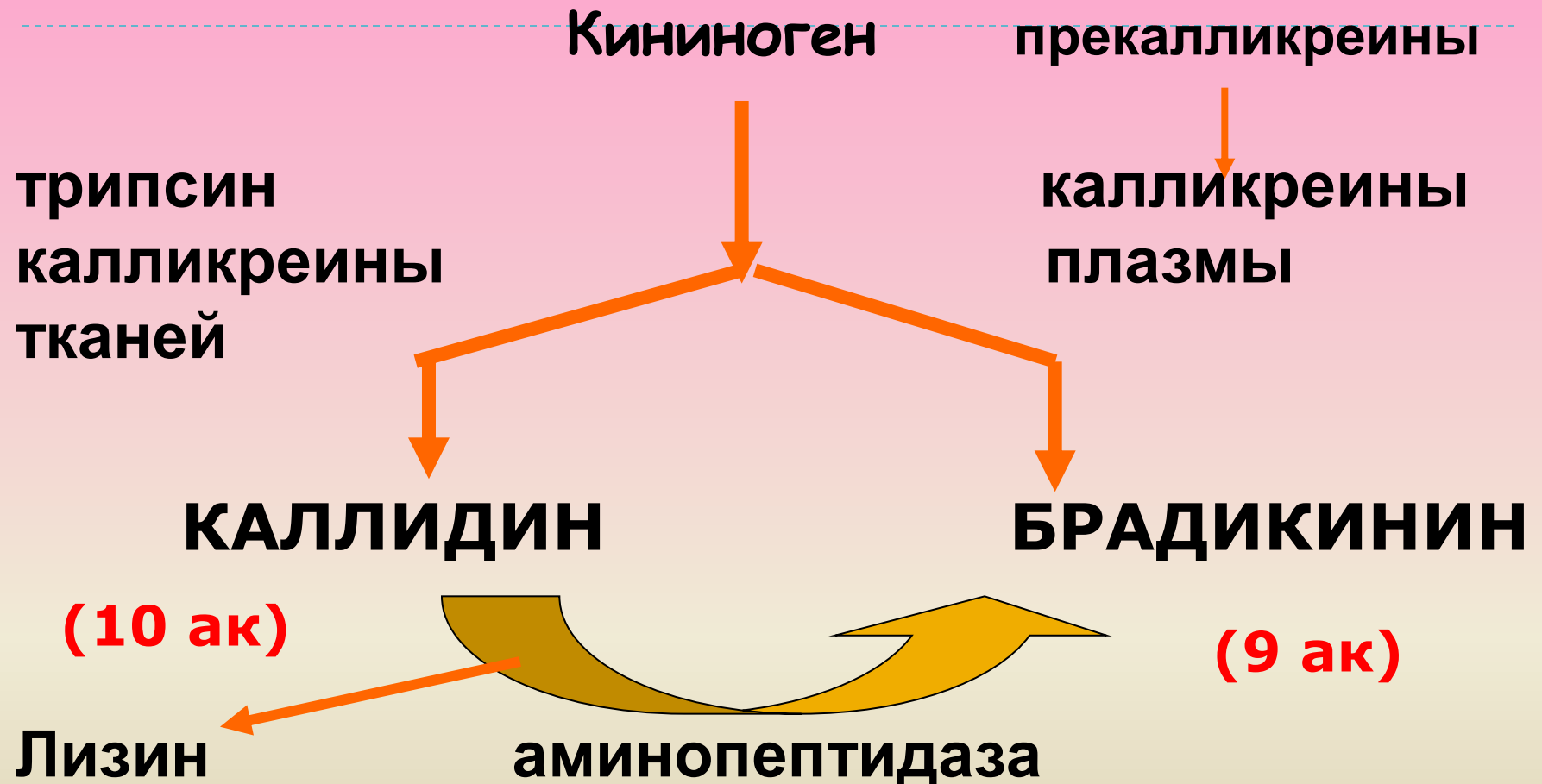
- ▶ защитная функция (лизис бактерий);
- ▶ регуляция проницаемости и тонуса сосудов;
- ▶ обеспечивают хемотаксис клеток;
- ▶ обеспечивают взаимодействие между клетками;
- ▶ участвуют в реакциях воспаления.

Транспортные белки.

- ▶ **Альбумин** транспортирует:
жирные кислоты
билирубин
стероидные гормоны
лекарственные препараты
ионы.
- ▶ **Тренсферрин** – транспорт Fe.
- ▶ **Церулоплазмин** – транспорт Cu.
- ▶ **Транскортин** – транспорт
кортикостероидов и прогестинов.



Белки кининовой системы:



Биороль:



- ▶ **сосудорасширяющее действие;**
- ▶ **снижают артериальное давление;**
- ▶ **повышают проницаемость капилляров;**
- ▶ **раздражают болевые рецепторы;**
- ▶ **участвуют в развитии реакций воспаления;**
- ▶ **стимулируют сокращения миокарда;**
- ▶ **вызывают сокращение гладких мышц бронхов, матки, кишечника.**



Белки - ингибиторы протеолиза:

α_1 -антитрипсин.

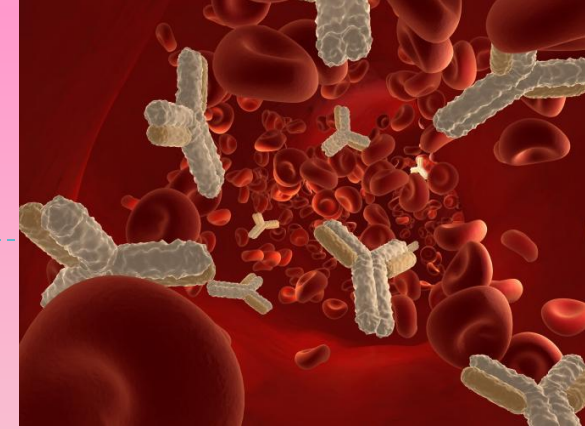
Белки системы свертывания крови

Белки фибринолиза:

- ▶ плазмин,
- ▶ активаторы плазмина,
- ▶ урокиназа.



Иммуноглобулины



IgG, IgA, IgM, IgD, IgE

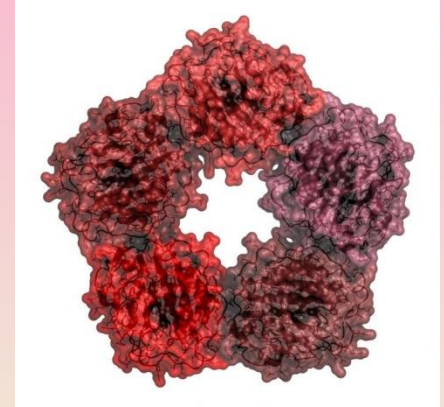
**Класс IgG подразделяется на
четыре подкласса (IgG1, IgG2,
IgG3, IgG4),**

**класс IgA — на два
подкласса (IgA1, IgA2).**



Белки острой фазы:

▶ **C-реактивный белок;**



▶ **гаптоглобин;**

▶ **кислый гликопротеин;**

▶ **α_1 -антитрипсин.**

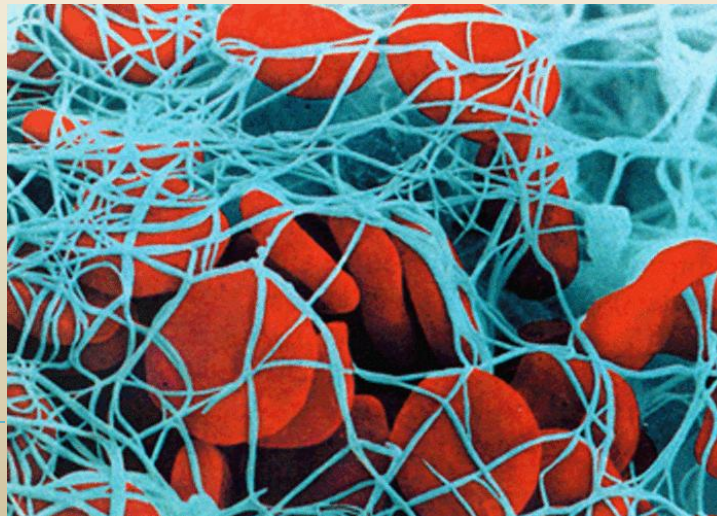
СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ


Гемостаз – остановка кровотечения.

Типы гемостаза:

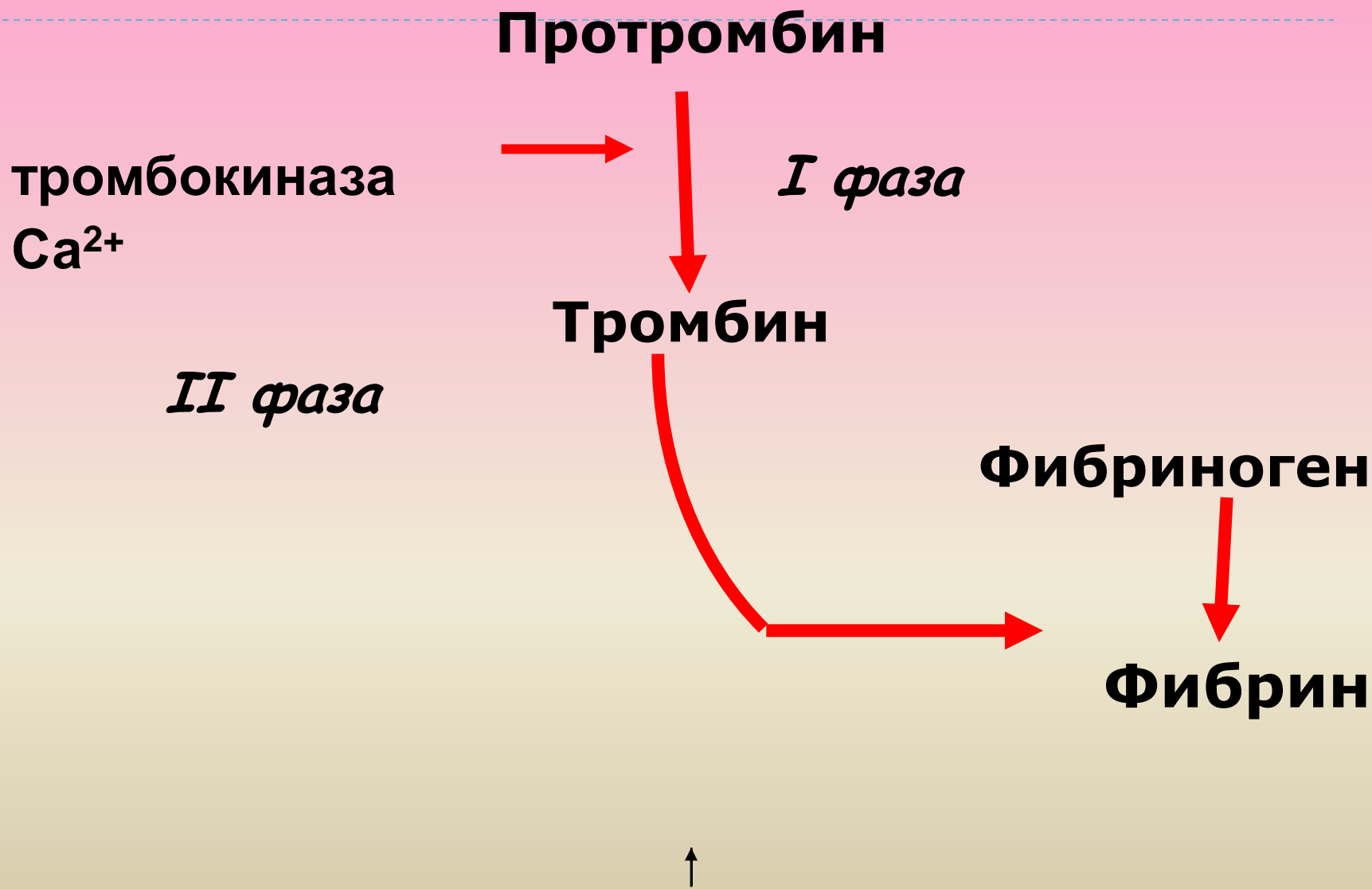
1) сосудисто-тромбоцитарный
(первичный);

2) коагуляционный (вторичный).



-
- ▶ ***Свертывание крови*** – ЭТО последовательные реакции превращения неактивных **проферментов** в активные **ферменты** (каскадный механизм).
-
- 

Шмидт, Моравиц



Фазы гемостаза:

- I – сокращение поврежденного сосуда;**
- II – образование белого тромба;**
- III – формирование красного тромба;**
- IV – частичное или полное растворение тромба.**

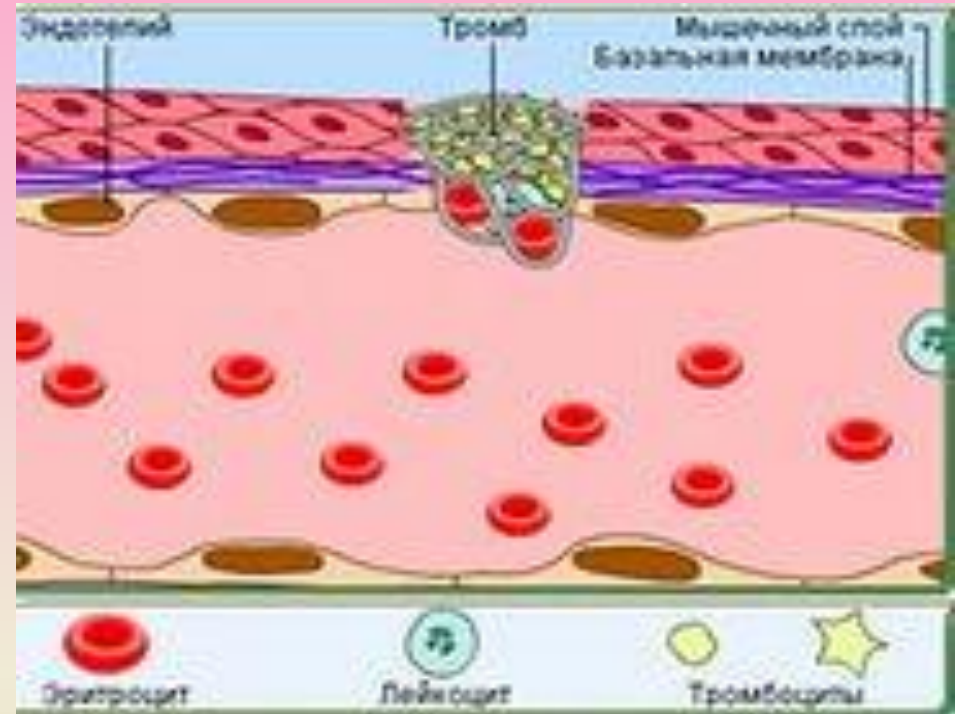
Факторы свертывания крови:

- ▶ **факторы плазмы;**
- ▶ **факторы тромбоцитов;**
- ▶ **тканевые факторы.**

▶ **(Т.Т. Бер., стр. 465)**

Механизмы свертывания крови:

▶ **внешний;**



▶ **внутренний** (Т.Т.Бер., стр. 469)

Патологии системы свертывания крови

Гемофилии:

- ▶ **A, дефицит фактора VIII,**
- ▶ **B, дефицит фактора IX,**
- ▶ **C, дефицит фактора XI.**



▶ Диссеминированное внутрисосудистое свертывание:

Коагуляция

(процессы **тромбообразования**)
сопровождается **гемморагическими**
явлениями (обильные **кровотечения**).

Причины ДВС-синдрома:

инфекции, гипоксия, ацидоз, травмы,
деструкция тканей, опухоли, аллерги-
ческие реакции, лечение антикоагулян-
тами и фибринолитиками.



Характерные признаки:

- медленное заживление пупочной раны,
- кровоизлияния в мозг, подкожные и внутрисуставные кровоизлияния,
- желудочно-кишечные кровотечения.



Роль вит.К в свертывании крови

Вит.К (**антигеморрагический**)
необходим для синтеза в печени
факторов:

- ▶ II (**протромбин**);
- ▶ VII (**проконвертин**);
- ▶ IX (**Кристмас-фактор**);
- ▶ X (**ф. Стюарта-Прауэра**).

Противосвертывающая система

Включает ряд факторов плазмы крови, тромбоцитов и тканей (антикоагулянты):

- ▶ *антитромбины (гепарин);*
- ▶ *антитромбопластины;*
- ▶ *специфич. ингибиторы (антиакцелерин, антиконвертин).*

Фибринолитическая система

тканевые
лизокиназы

проактиватор
плазмина

активатор
плазмина

В КРОВИ

ПЛАЗМИНОГЕН

ПЛАЗМИН

урокиназа
тканевой активатор

В ТКАНЯХ



*СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!*

