

Лекция № 3

**Ташкентский Государственный
стоматологический институт**

Предмет физиология

Лектор доц. Алявия О.Т.

Тема: Система крови. Форменные элементы крови. Группы крови. Физико-химические свойства крови.

Вопросы темы:

- Значение клинических исследований крови в стоматологии.
- Основные физиологические константы крови
- Форменные элементы крови, их функции.
- Гемоглобин, его соединения и их функциональное значение.
- Группы крови, резус принадлежность крови.

- Subject: Physical - chemical properties of blood. Blood cells.
- Questions topics:
- The concept of the blood system.
- The main functions of blood.
- Physico-chemical properties of blood.
- Erythrocytes. ESR, hemolysis
- Hemoglobin.
- Protective properties of blood
- Questions topics:
- White blood cell types, function.
- Blood groups: ABO system, rhesus factor.

**В 1939 г. Г.Ф. Ланг создал представление
о системе крови, в которую он
включил:**

- периферическую кровь циркулирующую по сосудам
- органы кроветворения(красный костный мозг, лимфатические узлы, селезёнка)
- Органы кроверазрушения(красный костный мозг, печень , селезёнка)
- регулирующий нейрогуморальный аппарат.

Функции крови

- гомеостатическая
- транспортная,
- дыхательная
- питательная
- выделительная
- регуляторная,
- терморегуляторная
- защитная функция
- осуществление креаторных связей

Общее количество крови в организме составляет 6-8% массы тела то есть примерно 5-6 литров.

У мужчин в среднем 5,4 литра – 77 мл/кг,
у женщин 4,5 литра – 65 мл/кг.

Кровь состоит из жидкой части (плазмы) и взвешенных в ней форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов).

Основные константы крови

- pH- 7,35-7,45, эритроцитов – 7,18-7,2 внутри клетки 7,0-7,2
- Вязкость: цельной крови – 5,0, плазмы-1,7-2,2
- Осмотическое давление – 7,6 атм.
- онкотическое давление – 0,03-0,04 атм,
25-30 мм.рт.ст.
- Удельные вес: цельной крови – 1,050-1,060,
эритроцитов – 1,090,
плазмы – 1,025-1,034
- Депрессия крови -0,56-0,58 °C
- Содержание глюкозы 4,4-6,6 ммоль/л (80-120 мг %).

Гематокрит — это выраженное в процентах отношение объема форменных элементов к общему объему крови.

Оно равно 40 – 45.

40 – 45 % составляют форменные элементы,
50 – 60 % плазма.

Внутренняя среда организма.
Кровь

Транспортная функция

Транспорт CO_2 и O_2

Теплообмен между
внутренними
органами
и внешней средой

Транспорт продуктов
всасывания –
белков, жиров,
углеводов и др.

Перенос гормонов –
регуляторов функций

Транспорт
метаболитов
к органам выделения

Поддержание
кисотно-основного
равновесия

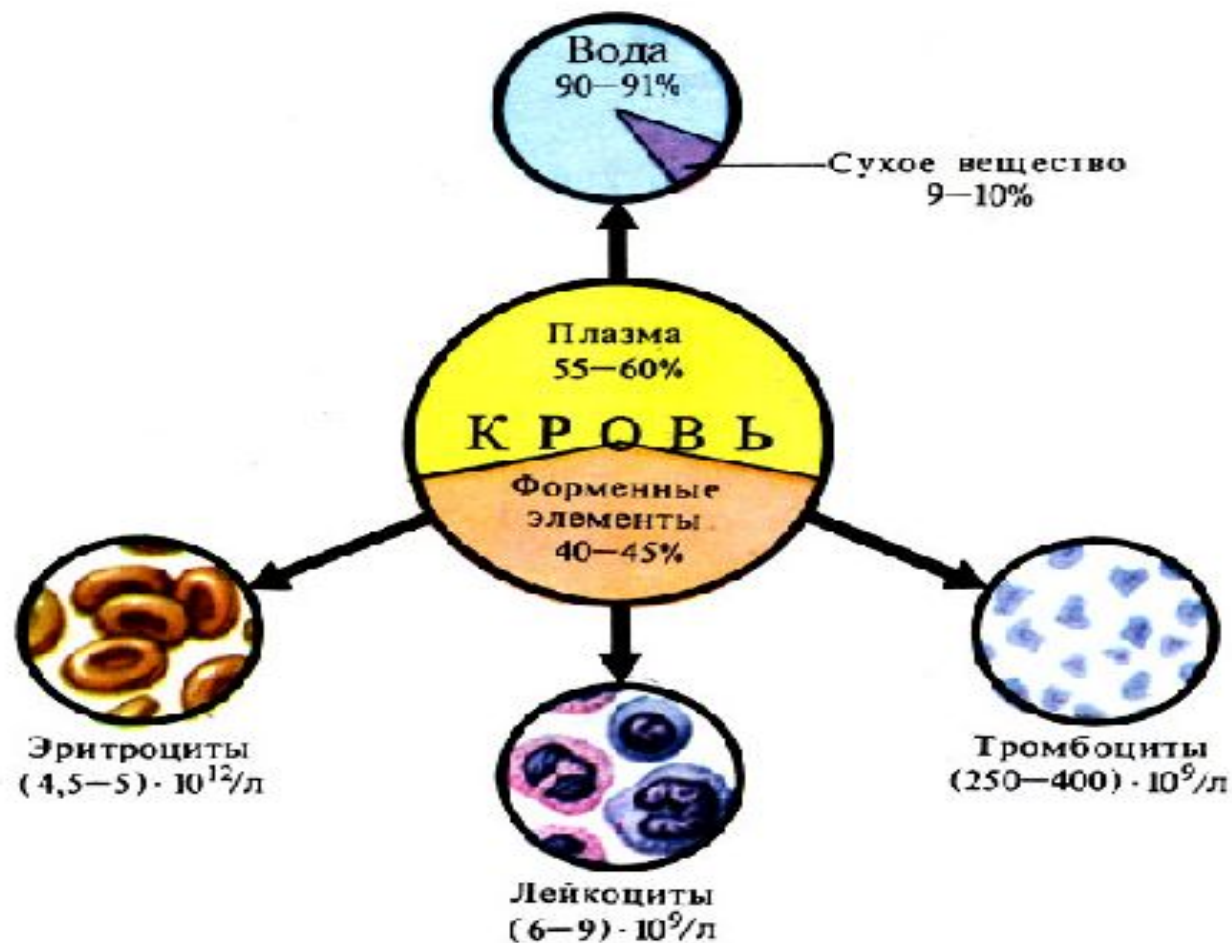
Иммунные функции

Процессы
свертывания
и фибринолиза

Групповые признаки

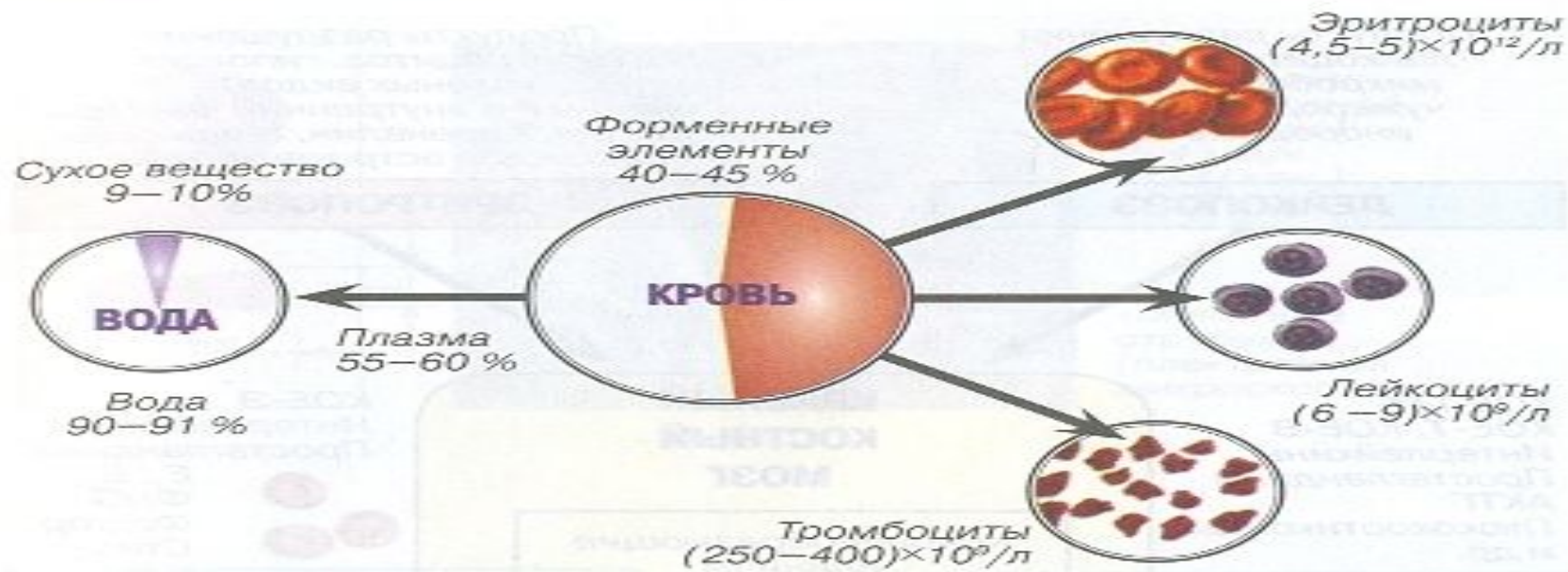
Плазма
крови
55 %

Эритро-
цитарная
масса
45 %



Основные константы крови человека

Количество крови	7% массы тела	Катионы:	
Во́да	90-91%	Na ⁺	1,8-2,2 г/л
Плотность	1,056-1,060 г/см ³	K ⁺	1,5-2,2 г/л
Вязкость	4-5 усл. ед. (по отношению к воде)	Ca ²⁺	0,04-0,08 г/л
pH	7,35-7,45	Осмотическое давление	7,6-8,1 атм (768,2-818,7 кПа)
Общий белок (альбумины, глобулины, фибриноген)	65-85 г/л	Онкотическое давление	25-30 мм рт. ст. (3,325-3,99 кПа)
		Показатель депрессии	-0,56°C



Основные константы крови человека

Количество крови	7% массы тела
Вода	90–91%
Плотность	1,056–1,060 г/см ³
Вязкость	4–5 усл. ед. (по отношению к воде)
pH	7,35–7,45

Общий белок (альбумины, глобулины, фибриноген)	65–85 г/л	
Глюкоза	3,5–5,5 ммоль/л	
Триглицериды	3–8 г/л	
Катионы	Анионы	
Na ⁺	Cl ⁻	1,8–2,2 г/л
K ⁺	HCO ₃ ⁻	1,5–2,2 г/л
Ca ²⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	0,04–0,08 г/л
Осмотическое давление	7,6–8,1 атм (768,2–818,7 кПа)	
Онкотическое давление	25–30 мм рт.ст. (3,325–3,990 кПа)	
Показатель депрессии	–0,56 °C	

Буферные системы крови:

карбонатная

фосфатная

белки плазмы

гемоглобин

Крайние пределы изменений рН, совместимые с жизнью 7
- 7,8.

Функции эритроцитов:

- дыхательная
- транспортная
- регуляция РН и осмотического давления
- регуляция водно-солевого баланса
- участие в свертывании крови
- иммунная
- дезинтоксикационная

Свойства эритроцитов:

- Сфероциты, дисковидной формы
- Пластичность
- Осмотическая стойкость
- Способность к агрегации
- Способность к оседанию
- Подвергаются деструкции – 10% за сутки

Количество эритроцитов в норме

- У мужчин $4,0-5,5 \times 10^{12}/л$
- У женщин $3,7-4,7 \times 10^{12} /л$
- У новорожденных $5,0-7,0 \times 10^{12} /л$



СОЭ в норме:

- У мужчин 1-10 мм/ч
- У женщин 2-15 мм/ч
- У новорожденных 0,5-1мм/ч
- При беременности 40-50 мм/ч

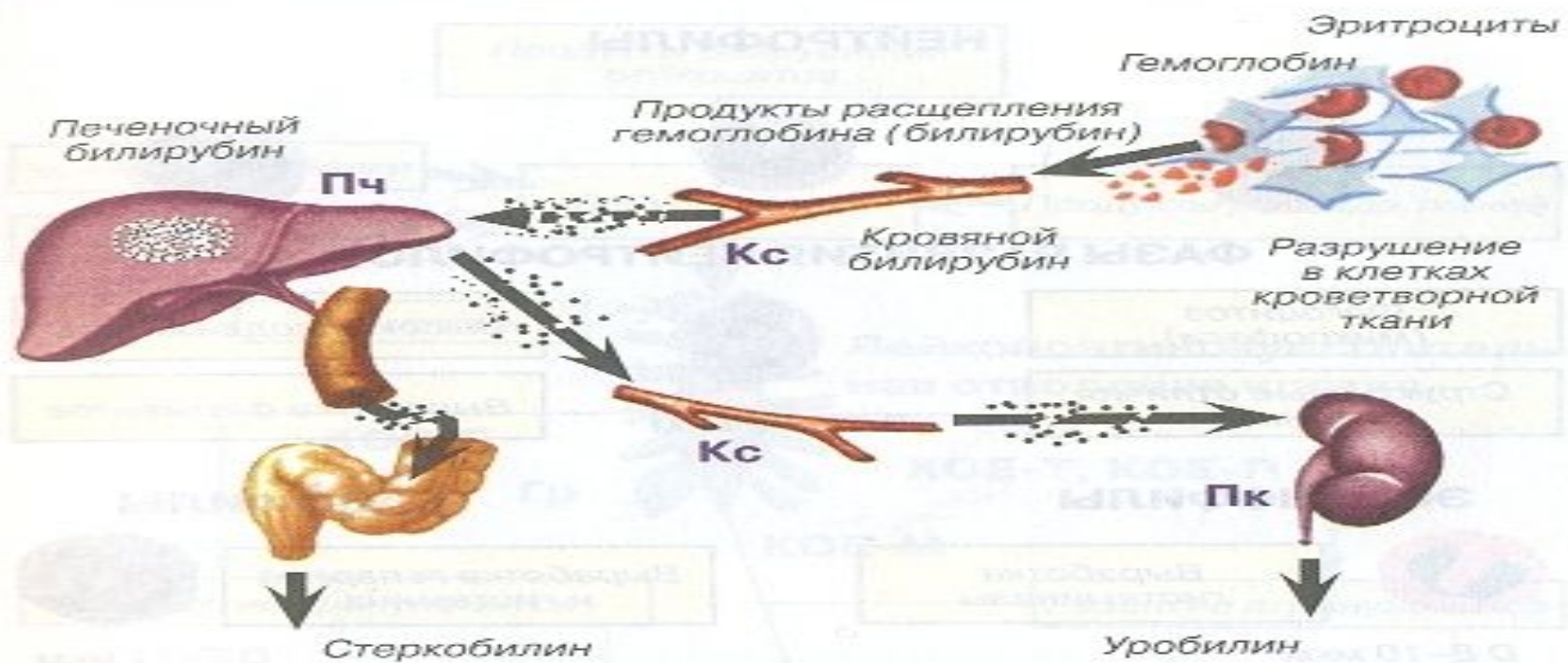
СОЭ зависит от:

- Количества форменных элементов
- Содержания крупнодисперсных белков – фибриногена и глобулинов
- Температуры окружающей среды

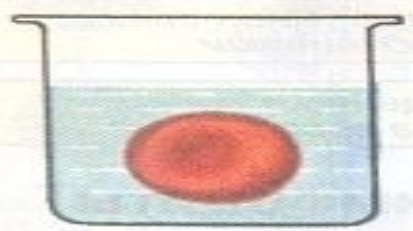
Гемолиз – разрушение оболочек форменных элементов и выход содержимого в плазму крови.

Виды гемоллиза:

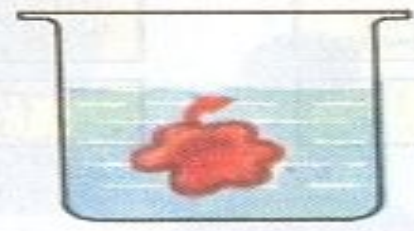
- Механический
- Биологический
- Термический
- Химический
- Осмотический



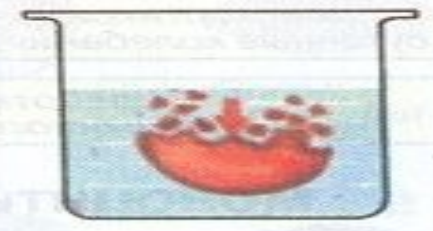
А



Изотонический раствор NaCl (0,9 %)



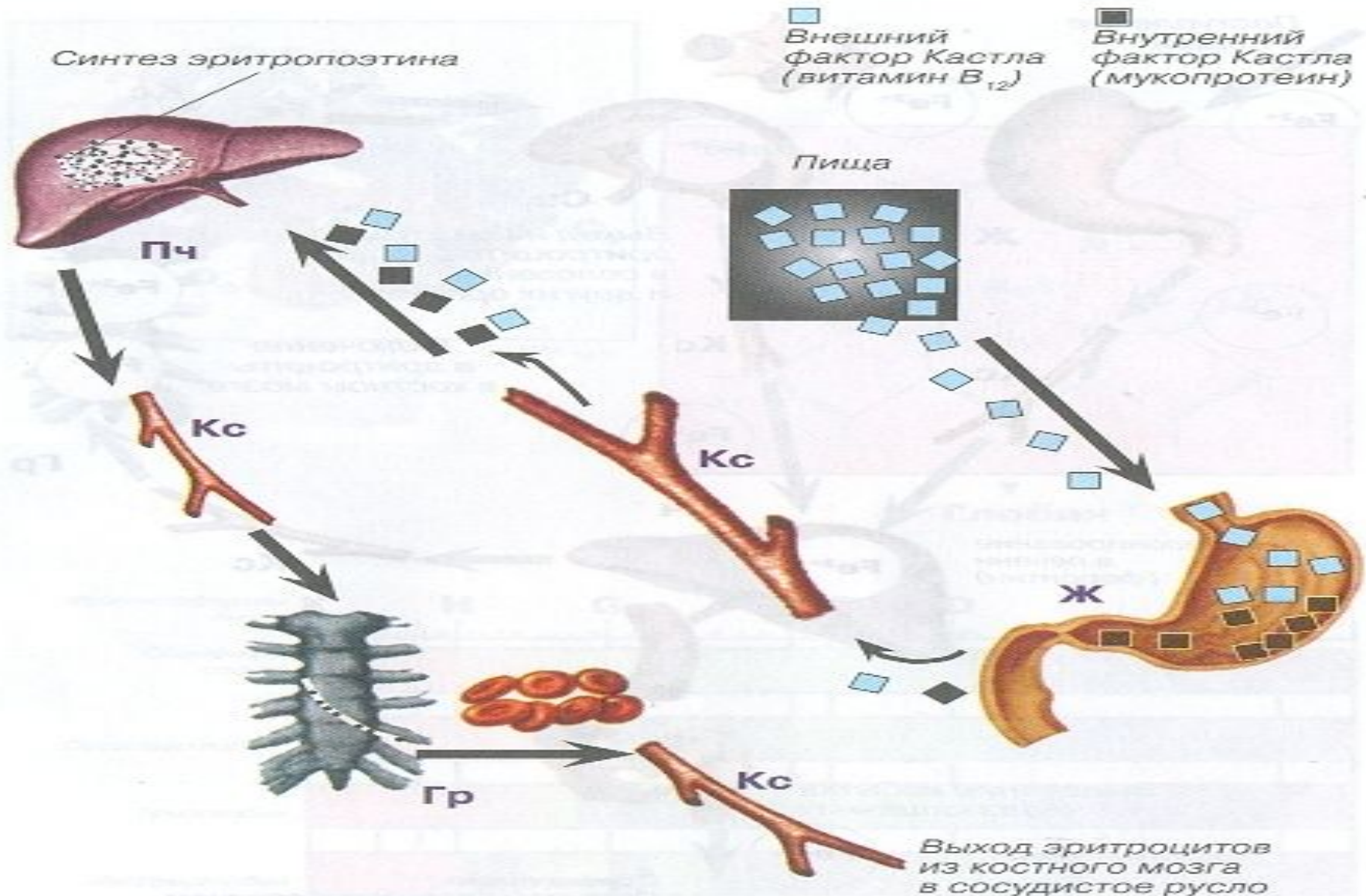
Гипертонический раствор NaCl (больше 0,9 %)



Гипотонический раствор NaCl (меньше 0,9 %)

Б

Гемолиз. А. Судьба остатков расщепленного гемоглобина.
Б. Мембрана эритроцита и осмотический фактор

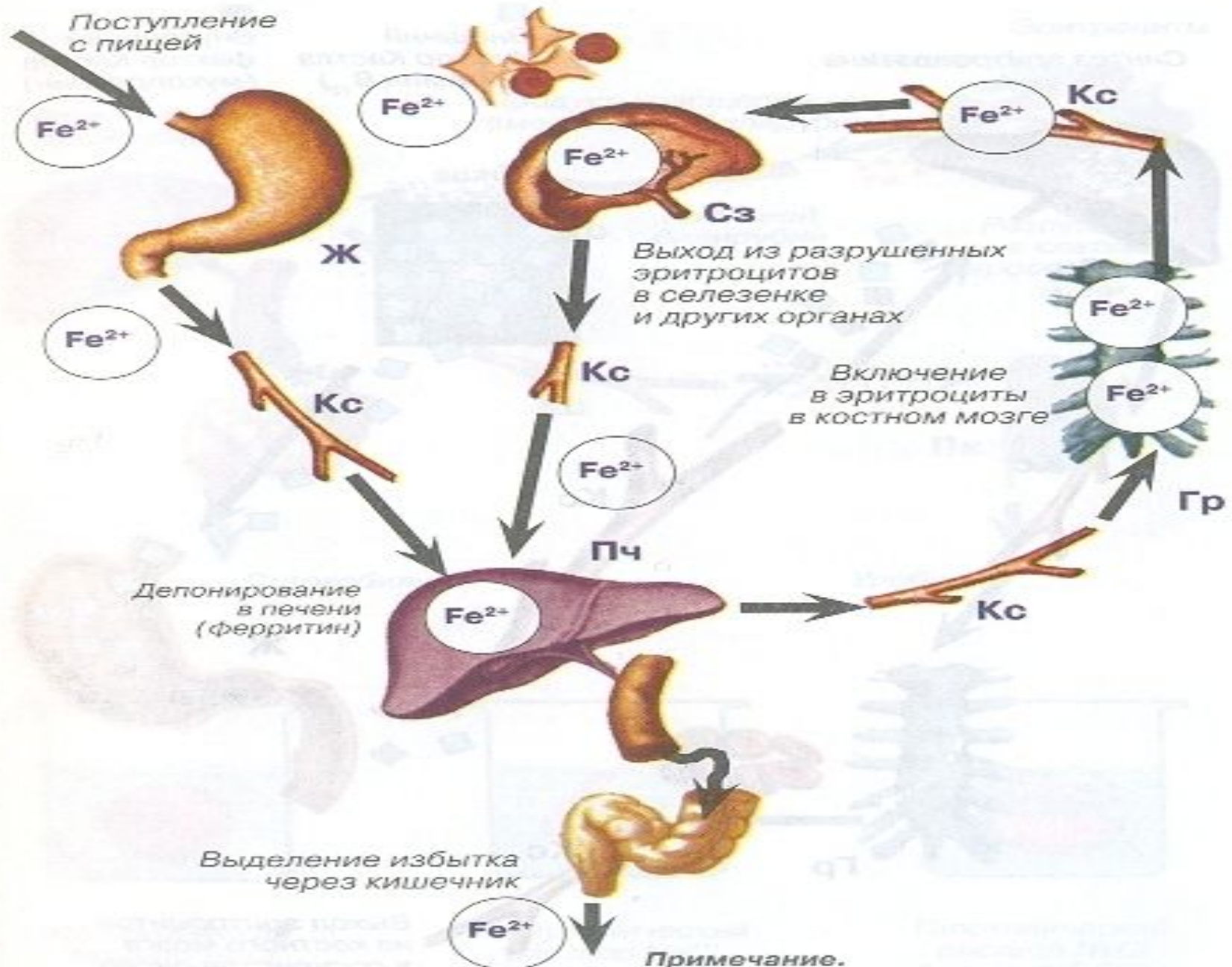


Примечание. Внешний фактор Кастла дополняется фолиевой кислотой, пиридоксином, витаминами С, Е, РР и др.

Схема одного из механизмов регуляции эритропоэза. Внешний и внутренний факторы Кастла и их взаимодействие

Гемоглобин в норме:

- У мужчин 130-160 г/л
- У женщин 120-140 г/л
- Идеальное содержание 160,7 г/л



Примечание.
 Организм содержит в среднем около 4,5 г железа, оно находится в гемоглобине, цитохромах, миоглобине. Депонируется в виде ферритина и гемосидерина. Компенсируется железом пищи.

Соединения гемоглобина

- Оксигемоглобин HbO_2
- Восстановленный гемоглобин HHb
- Карбогемоглобин HbCO_2
- Карбоксигемоглобин HbCO
- Метгемоглобин MetHb

Виды гемоглобина:

- Hb A - взрослого
- Hb F - фетальный (с 7 мес. у плода)
- Hb P – плода (до 12 нед. у плода)

Цветной показатель-

Содержание гемоглобина в 1 эритроците.

В норме 0,8-1

- Нормохромия 0.8-1
- Гиперхромия >1
- Гипохромия $<0,8$

Лейкоциты

Количество лейкоцитов в периферической крови у взрослого человека $4 - 9 \times 10^9$ /л

Функции лейкоцитов

- Защитная (фагоцитоз, бактерицидная, антитоксическое действие, участие в иммунных реакциях, в процессе свертывания крови и фибринолизе)
- Регенеративная
- Транспортная

Свойства лейкоцитов:

- Амебовидное движение
- Диapedез
- Фагоцитоз
- Лизис
- Термо- и хемотаксис
- Участие в свертывании
- Участие в иммунных реакциях
- Выделяют вещества, суживающие и расширяющие сосуды

Лейкоцитоз физиологический

- Пищеварительный
- Миогенный
- Эмоциональный
- При боли

Лейкоцитоз реактивный

- При воспалении
- При инфекционных заболеваниях
- При раке, лейкозах
- При инфаркте

Лейкопения может быть при:

- Облучении
- Лейкозах
- Кровотечении
- Приеме лекарств
- Инфекционных заболеваниях

Лейкоцитарная формула здорового человека (в %)

ГРАНУЛОЦИТЫ			АГРАНУЛОЦИТЫ			
Нейтрофилы			Базофилы	Эозинофилы	Лимфоциты	Моноциты
юные	палочкоядерные	сегментоядерные				
0-1	1-5	45-65	0-1	1-5	25-40	2-8

Функции нейтрофилов

- Фагоцитоз бактерий и продуктов распада
- Вырабатывает лизосомные ферменты
- Способны к миграции и диапедезу
- Вырабатывают опсонины
- Способны к хемотаксису
- Срок жизни 6 – 8 часов
- Сдвиг влево – нарастание юных форм – признак остроты воспаления

Базофилы способствуют

- Фагоцитозу
- Формируют аллергические реакции
- Мигрируют в ткани
- Вырабатывают гепарин и гистамин
- Срок жизни до 12 часов

Эозинофилы способны

- Антагонисты базофилов
- Фагоцитоз паразитарных инфекций
- Фагоцитоз инородных частиц не белковой природы
- Обладают бактерицидной активностью
- Способны к хемотаксису
- Вырабатывают гистаминазу
- Участвуют в аллергических реакциях
- Срок жизни 2 – 5 дней

Моноциты

- Фагоцитоз против микробов, паразитов
- Участвуют в иммунных ответах
- Регенерируют ткани
- Регулируют гемопоэз
- Противоопухолевая защита
- Фагоцитоз старых клеток крови
- Распознают раковые клетки, микробы
- Секретируют более 100 активных веществ
- Способны превращаться в гистиоциты и макрофаги
- Активны в кислой среде
- Срок жизни до 3 недель

В – Лимфоциты

- 20 – 30 %
- Осуществляет гуморальный иммунитет
- Находятся в аппендиксе, пейеровых бляшках, костном мозгу

0 – Лимфоциты

- 0 – 20%
- Способствуют превращению В лимфоцитов в Т лимфоциты

T - Лимфоциты (40 - 70%) клеточный иммунитет

- Хелперы – стимулируют дифференцировку В лимфоцитов
- Киллеры – разрушают чужеродные белки и ткани
- Супрессоры подавляют иммунные ответы В лимфоцитов
- Клетки иммунной памяти, хранят информацию об антигенах до 10 лет
- Амплифайеры, усиливают действие киллеров

Группы крови

- Открыты в 1901 году К. Ландштейнером (3 группы крови) и 4 группа Я.Янским
- 1937 – 1940 году открыт резус фактор К. Ландштейнером и Винером
- В эритроцитах различают агглютиногены
- В плазме крови агглютинины

Различают 4 основные группы крови

- I (0) – 40% в эритроцитах агглютиногенов нет в плазме агглютинины α , β
- II (A) – 39% в эритроцитах агглютиноген A в плазме агглютинин β
- III (B) – 15% в эритроцитах агглютиноген B в плазме агглютинин α
- IV (AB) – 6% в эритроцитах агглютиногены A, B в плазме отсутствуют агглютинины

Виды агглютиногенов

- A1, A2, A3, A4 и др., наиболее активный A1
- B1, B2, B3, B4 , B5.
- M, N, S, P, D, C, K, Ln, Le, Fy, Jk и др.
- Rh фактор и его виды Rh0, Rh1, Rh2

Резус фактор

- В 1941 К.Ландштейнер и А.Винер обнаружили в крови обезьяны макаки резус агглютиноген, названный или резус-фактором(Rh).
- У 85% людей этот агглютиноген содержится- Rh (+)
- У 15 % людей не содержится Rh (-)
- Rh это сложная антигенная система,она включает более 30 антигенов.
- Наиболее выраженной антигенной активностью обладают резус-антигены типа Д,С,Е и наиболее часто встречаются.

Агглютинация – склеивание эритроцитов

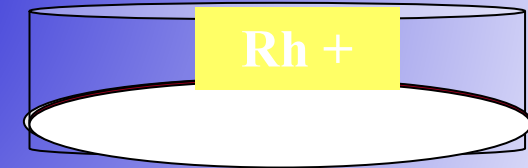
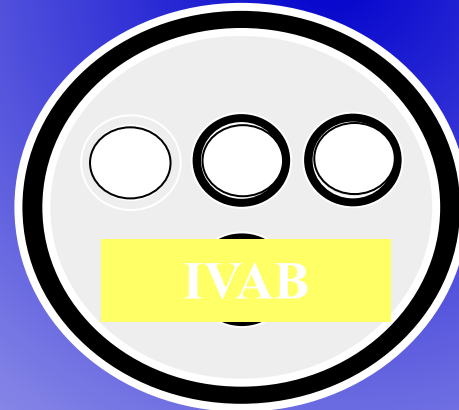
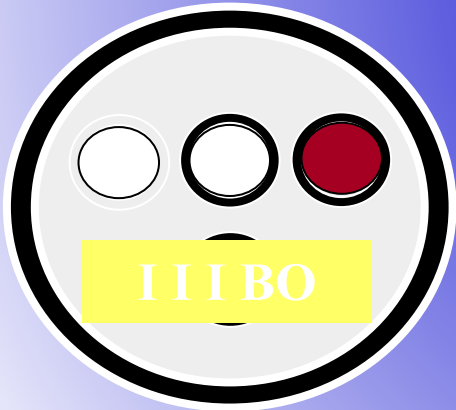
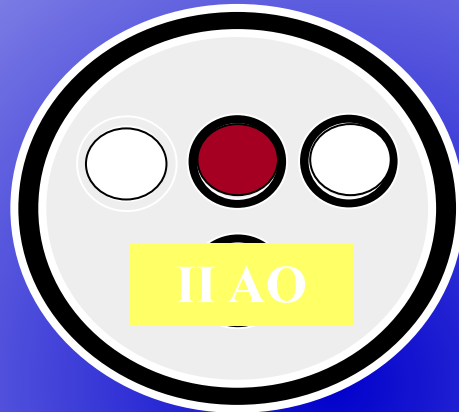
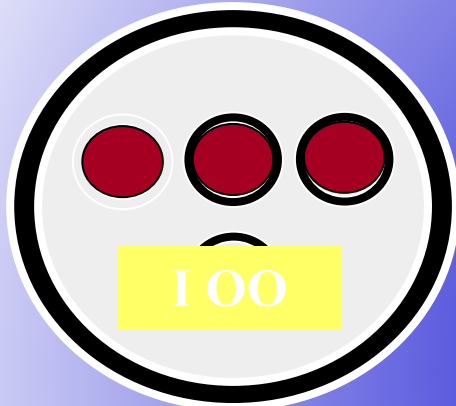
- Наблюдается при встрече одноименных агглютиногенов и агглютининов $A+\alpha$, $B+\beta$
- После агглютинации возникает гемолиз, затем свертывание крови, тромбоз сосудов микроциркуляторного русла и шоковое состояние, именуемое гемотрансфузионным шоком

Сыворотка крови

- Плазма лишенная белка фибриногена
- Содержит агглютинины, соответственно группам крови
- Сыворотка I группы содержит α и β агглютинины, II группы – β , III группы – α , в IV группе агглютининов нет
- Сыворотки используются для определения групп крови

Правила переливания крови

- Одноименные агглютиногены донора не должны встретиться с агглютинидами реципиента
- Агглютинины донора в расчет не принимаются
- При переливании большого количества крови необходима только одногруппная кровь
- У 10 – 20% людей I группы (опасные доноры) в крови содержится агрессивные антиА и антиВ агглютинины
- Необходимо учитывать совместимость по резус фактору



Физиологические механизмы действия переливаемой крови

1. Заместительный
2. Стимулирующий
3. Гемостатический
4. Иммунный
5. Эндокринный

Кровезамещающие растворы

- Гемодинамические (полиглюкин, реополиглюкин)
- Дезинтоксикационные (гемодез, полидез, неогемодез)
- Для парентерального питания (растворы аминокислот, жировая эмульсия)
- Для регуляции водно-солевого обмена и кислотно-основного состояния (физиологический раствор, Рингера-Локка)
- Препараты с функцией переноса кислорода (перфторан)

Взаимосвязь структур полости рта с системой крови

Слизистая оболочка формируется у эмбриона к 12-му дню и выполняет функцию кроветворного органа до 3 месяцев.

Патологические процессы в различных участках слизистой оболочки становятся первичными признаками поражения кроветворной системы. При обследовании таких больных нужно обратить внимание на: Цвет слизистой оболочки рта (бледный, бледно-жёлтый, тёмно красный или синюшный), состояние дёсен (припухлость, разрыхлённость, кровоточивость), языка (покраснение, трещины, афтозные высыпания, атрофирование сосочков).

На слизистой оболочке могут быть множественные кровоизлияния, при тяжёлых поражениях развиваются некротические изменения.

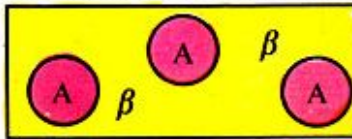
В этих случаях клиническое обследование стоматологических больных необходимо дополнить лабораторными исследованиями.



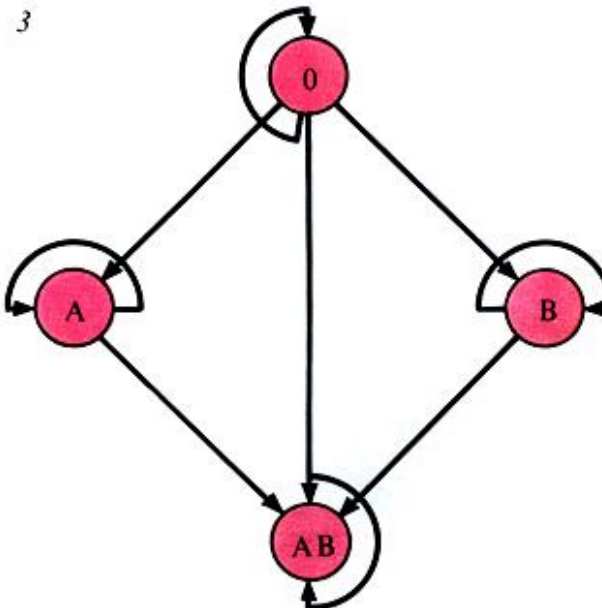
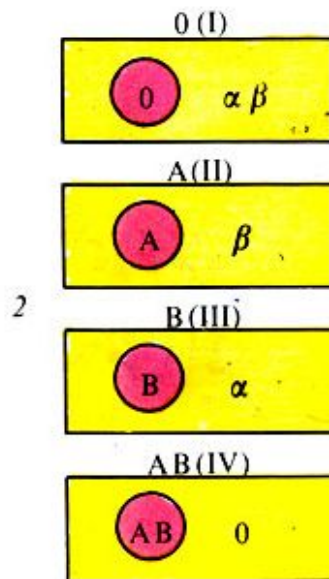
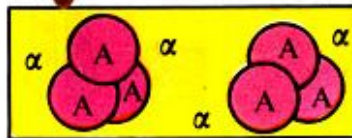
Одноименные
агглютиногены и агглютинины



Отсутствие агглютинации

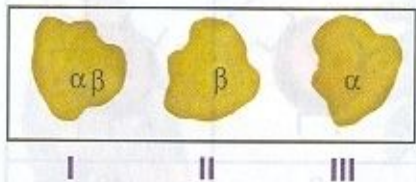


Наличие агглютинации



Заккрыть

Предметные стекла со стандартной сывороткой (цоликлоны) для определения групп крови



I – антиАВ
 II – антиВ
 III – антиА

Примечание.
 По принятой номенклатуре агглютинины обозначаются:
 α – антиА,
 β – антиВ.

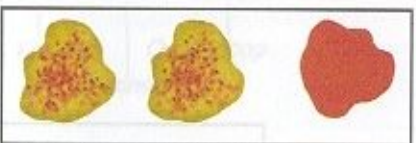
Добавлена исследуемая кровь



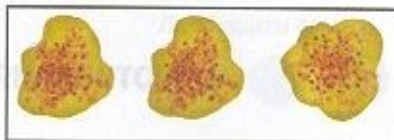
Агглютинации нет – I группа



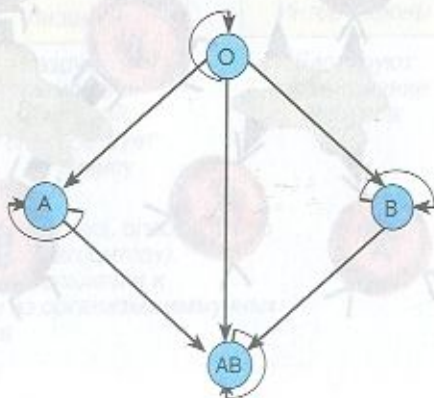
Агглютинация с I и III сыворотками – II группа



Агглютинация с I и II сыворотками – III группа



Агглютинация с I, II и III сыворотками – IV группа



Примечание.
 Эритроцитарная масса из крови разных групп может переливаться донорам по данной схеме

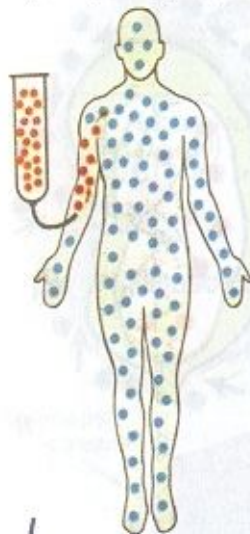
Определение группы крови с помощью сыворотки

A

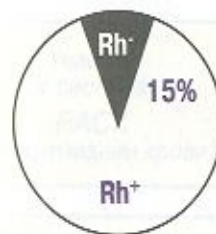
Первое введение (гемотрансфузия)

Образование антител

Повторное введение – агглютинация



B



● Rh⁻-эритроциты
 ● Rh⁻-эритроциты, не содержат Rh-фактор
 ↑ Rh-антитела

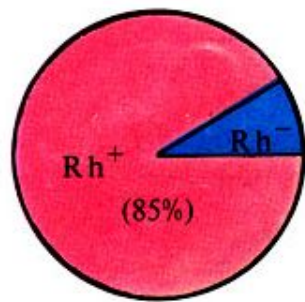
Примечание.
 Повторное введение приводит к агглютинации и гемотрансфузионному шоку

Резус-фактор (Rh-фактор).

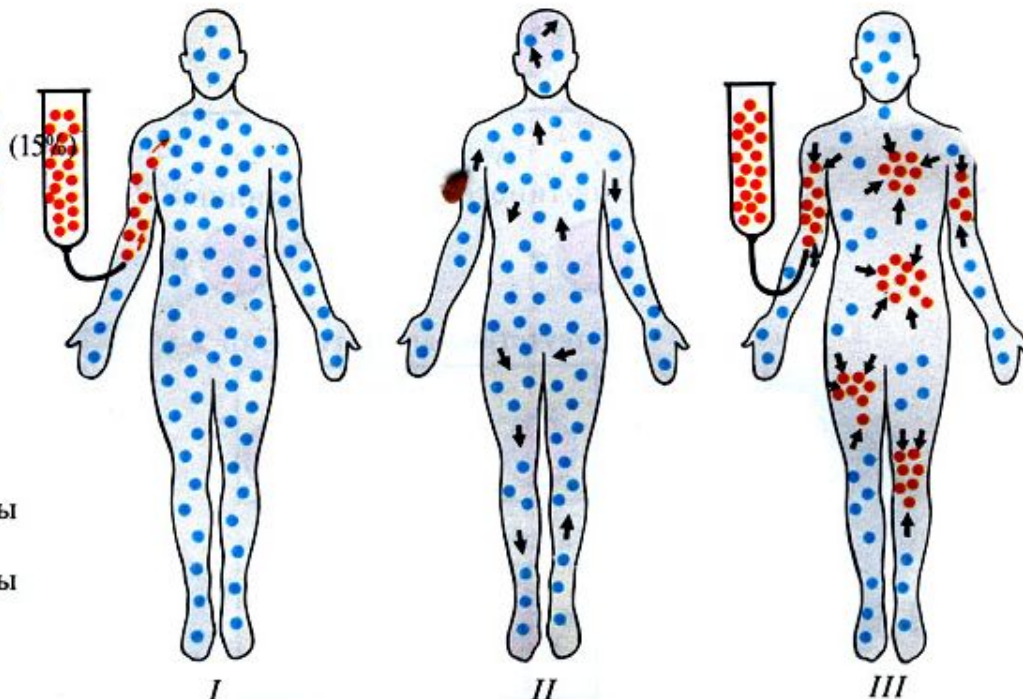
A. Резус-конфликт:

- I – введение резус-положительной крови резус-отрицательному реципиенту;
- II – выработка антител в организме реципиента;
- III – реакция агглютинации при повторном введении резус-положительной крови.

B. Процент распределения резус-фактора среди людей



A

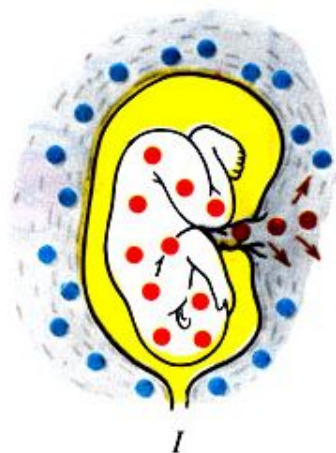


● Rh⁺-эритроциты

● Rh⁻-эритроциты

➔ Rh-антитела

➔ Направление движения



I

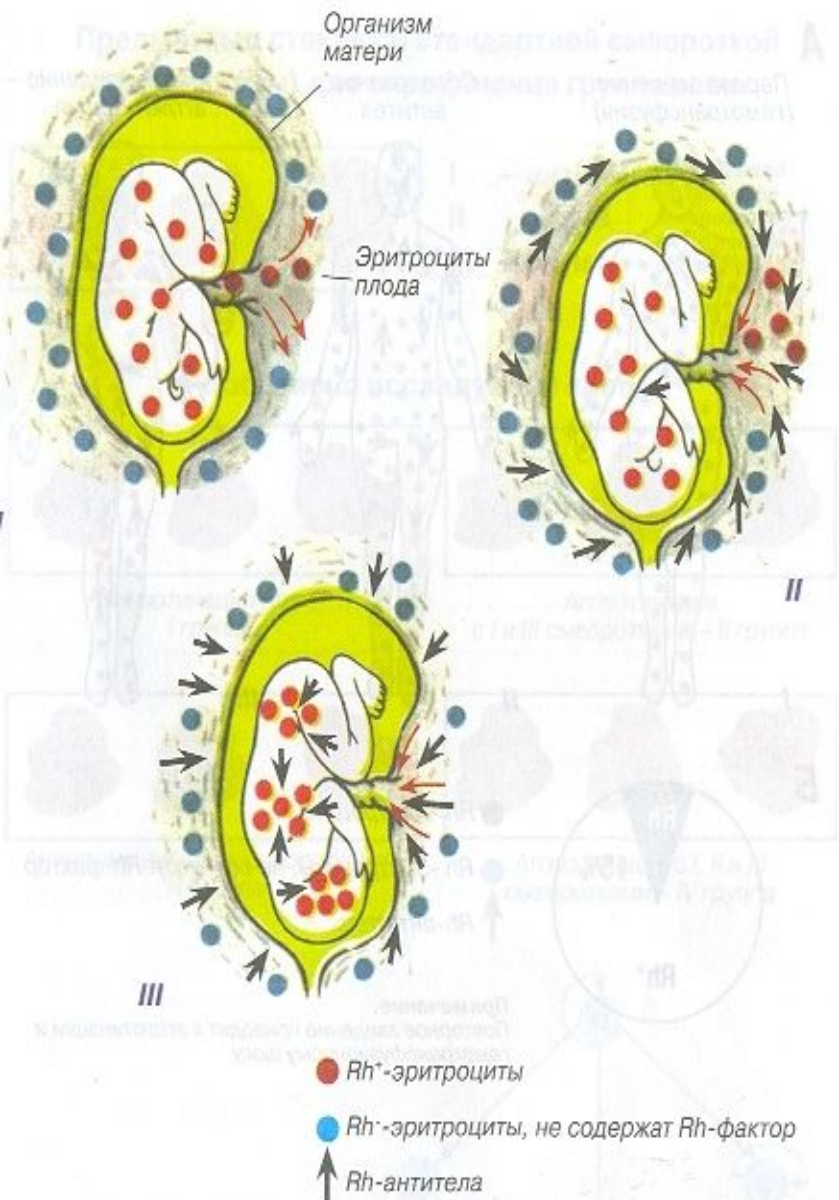


II



III

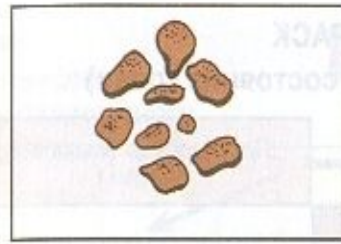
Закрывать



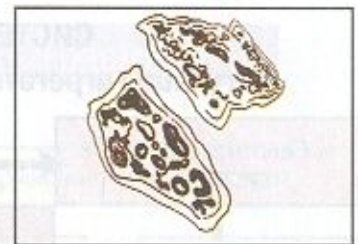
Резус-фактор в акушерской практике:

I — иммунизация резус-отрицательной матери резус-положительными эритроцитами плода;

II — выработка антител в организме матери;



Численность
(200–400) × 10⁹;
D 0,5–4,0 мкм



Вид тромбоцитов в разрезе
(рисунок с электронной
микрофотографии)

Образование тромбоцитарного тромба



Внутренняя среда организма.
Кровь

Транспортная функция

Транспорт CO_2 и O_2

Транспорт продуктов
всасывания –
белков, жиров,
углеводов и др.

Транспорт
метаболитов
к органам выделения

Иммунные функции

Групповые признаки

Теплообмен между
внутренними
органами
и внешней средой

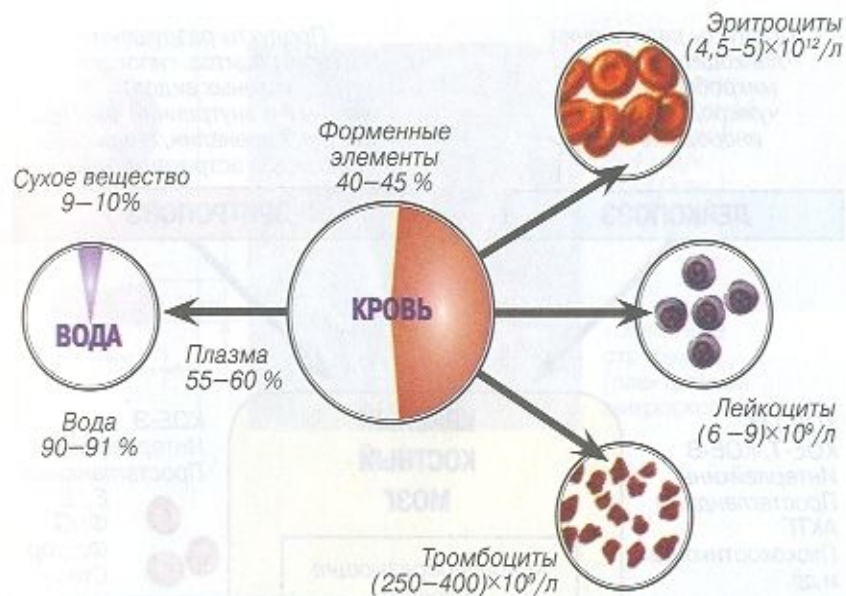
Перенос гормонов –
регуляторов функций

Поддержание
кислотно-основного
равновесия

Процессы
свертывания
и фибринолиза

Плазма
крови
55 %

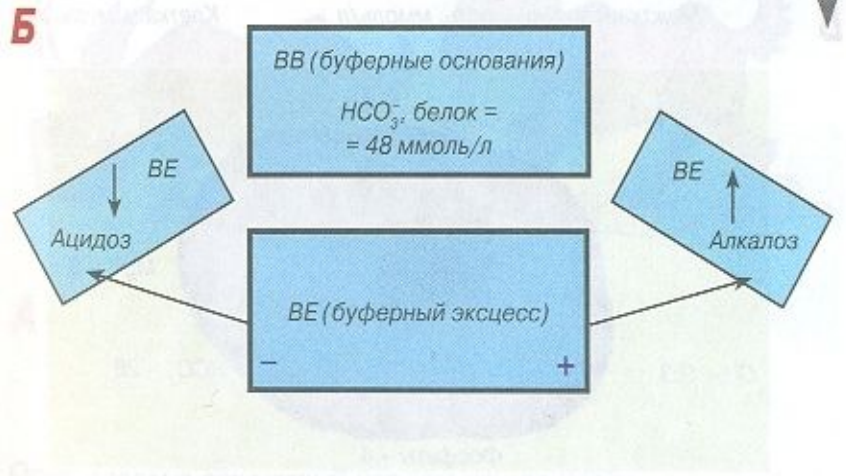
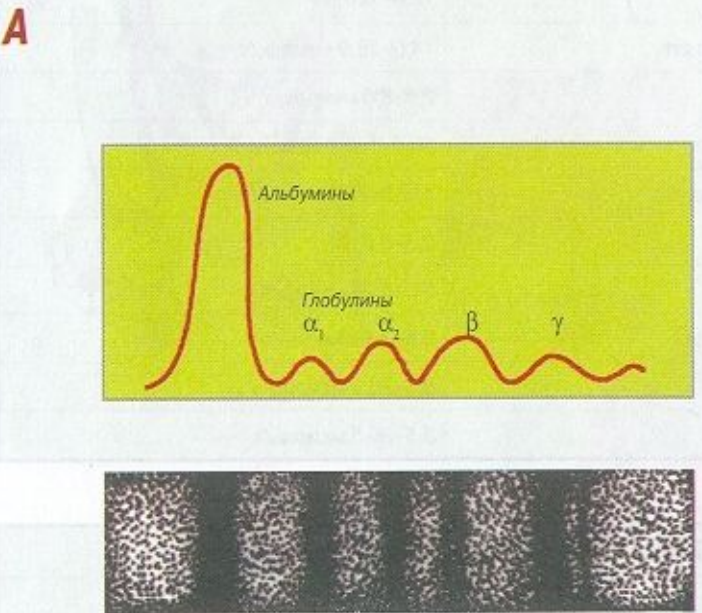
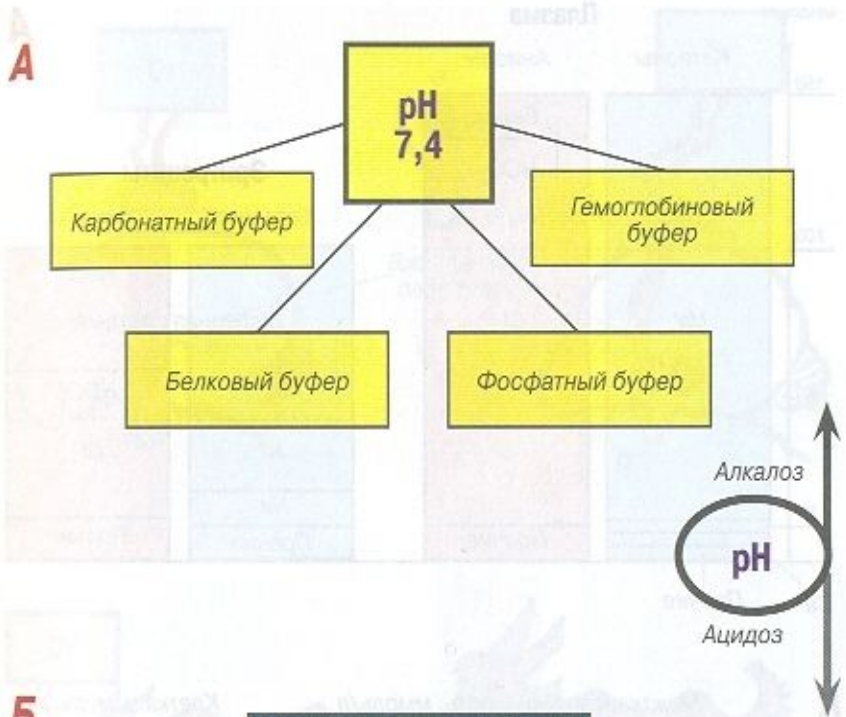
Эритро-
цитарная
масса
45 %



Основные константы крови человека

Количество крови	7% массы тела
Вода	90–91%
Плотность	1,056–1,060 г/см ³
Вязкость	4–5 усл. ед. (по отношению к воде)
pH	7,35–7,45

Общий белок (альбумины, глобулины, фибриноген)	65–85 г/л	
Глюкоза	3,5–5,5 ммоль/л	
Триглицериды	3–8 г/л	
Катионы	Анионы	
Na ⁺	Cl ⁻	1,8–2,2 г/л
K ⁺	HCO ₃ ⁻	1,5–2,2 г/л
Ca ²⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	0,04–0,08 г/л
Осмотическое давление	7,6–8,1 атм (768,2–818,7 кПа)	
Онкотическое давление	25–30 мм рт.ст. (3,325–3,990 кПа)	
Показатель депрессии	-0,56 °C	



Б
 Белки крови и их роль.
 А. Функции белков.
 Б. Данные электрофореза

Кислотно-основное состояние.
 А. pH крови и буферные системы, поддерживающие его постоянство.
 Б. Буферные основания (ВВ), буферный эксцесс (ВЕ) – положительный и отрицательный (по С. Шастуну)

Продукты разрушения лейкоцитов, тканей, микробы, токсины, чужеродные белки, инородные тела

Продукты разрушения эритроцитов, гипоксия (разных видов), внешний и внутренний факторы Кастла, адреналин, андрогены, (тормозящие эстрогены, кейлоны)

ЛЕЙКОПОЭЗ

ЭРИТРОПОЭЗ

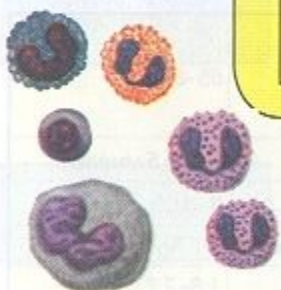
КРАСНЫЙ КОСТНЫЙ МОЗГ

Колониеобразующие единицы (КОЕ)

Колонiestимулирующие факторы (КСФ)

КОЕ-Э
Интерлейкины
Простагландины
E₁, E₂
ФНО
Фактор Стила
и др.

КОЕ-ГМ
КОЕ-Т, КОЕ-В
Интерлейкины
Простагландины
АКТГ
Глюкокортикоиды
и др.



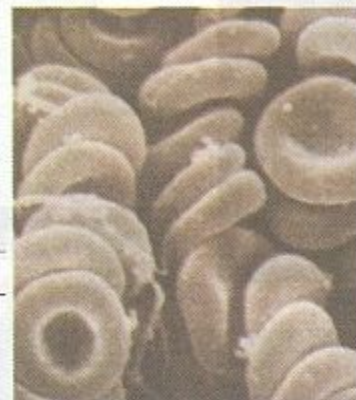
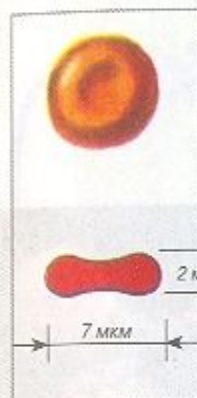
ТРОМБОПОЭЗ

Продукты разрушения тромбоцитов и тканей

Примечание.
ФНО – фактор некроза опухоли.
Фактор Стила способствует дифференцировке стволовых клеток.

Примечание.
Cu²⁺ способствует включению Fe²⁺ в гемоглобин.

Факторы кроветворения: лейко-, эритро- и тромбопоэза

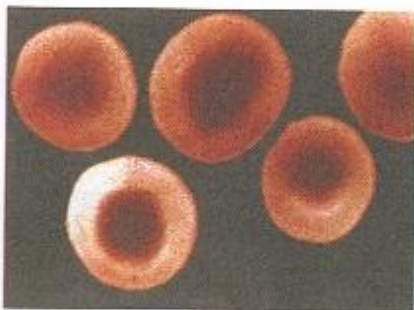


Число: $4-5 \times 10^{12}/л$
Срок жизни: 100–120 дней
СОЭ (муж.): 2–4 мм/ч
СОЭ (жен.): 7–12 мм/ч

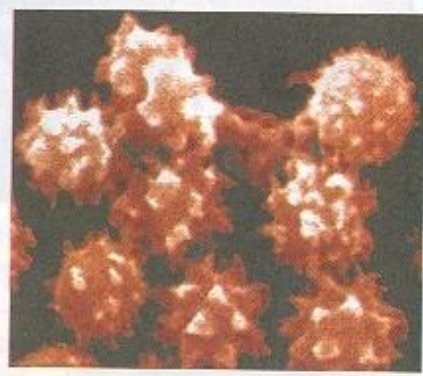
«Монетные столбики»
(электронная микроскопия)



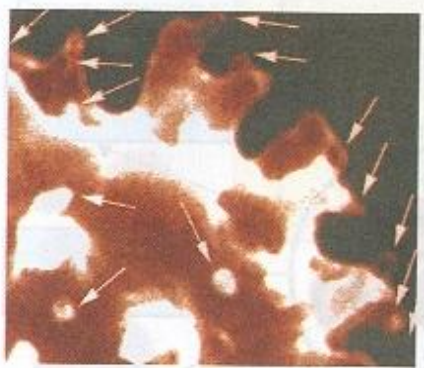
Эритроциты и их функции



Зрелые эритроциты



Эхиноциты (старые эритроциты)

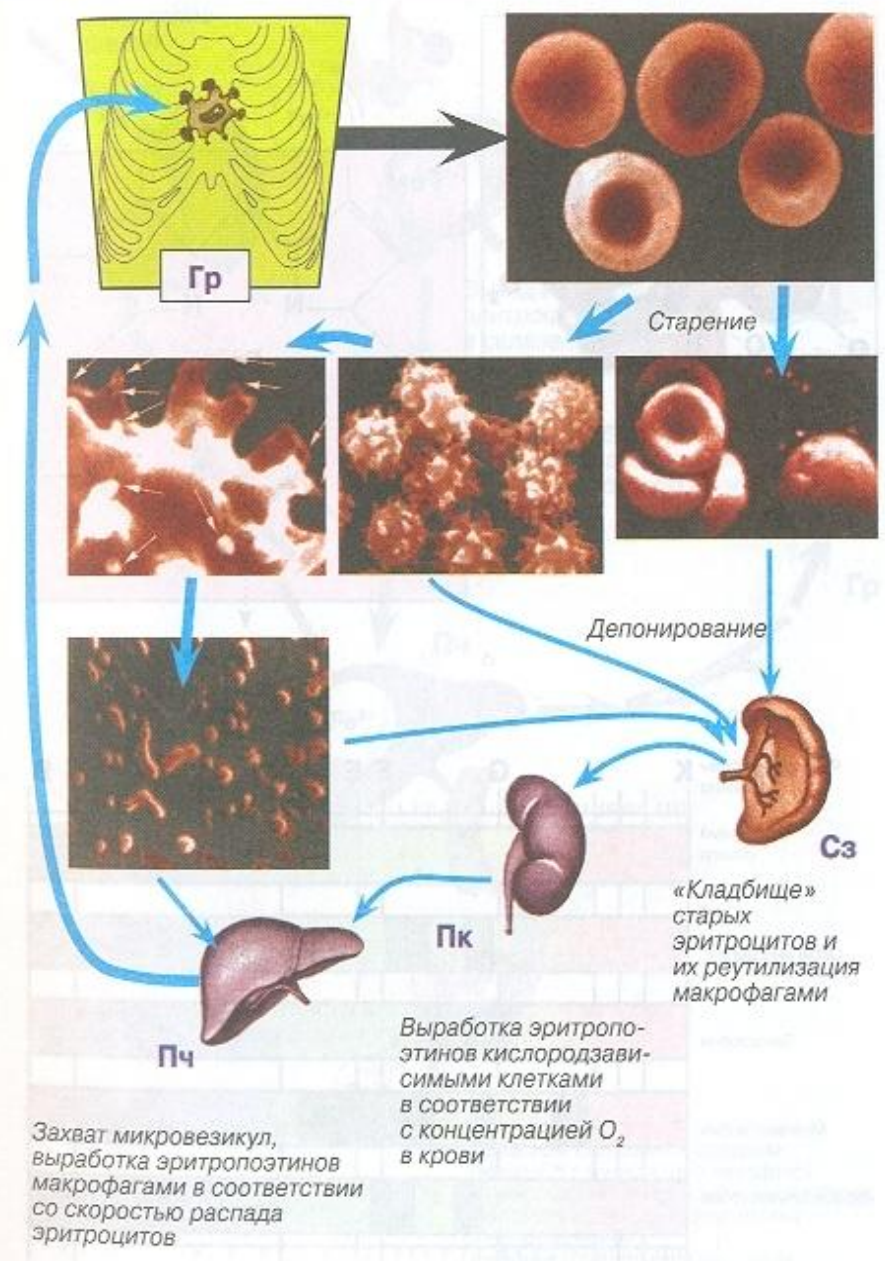


Эхиноцит с отростками, выделяющими везикулы



Везикулы – стимулятор эритропоэтина в печени и почках

Эритроциты. Результаты их старения и разрушения (по В. Сороковому)



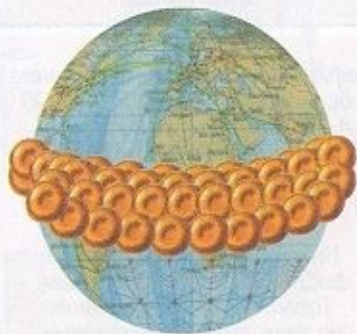
Регуляция эритропоэза (по В.Сороковому)



Кровь человека содержит около 25 000 000 000 эритроцитов, на общей площади поверхности которых можно выстроить дом, посадить сад, огород



Гора, сложенная из всей массы эритроцитов организма, достигнет высоты 50 000 км



Цепь, составленная из эритроцитов одного человека, опоясывает земной шар четыре раза, что составляет 160302,784 км

Каждую секунду в циркуляцию по сосудистому руслу поступает 2-3 миллиона эритроцитов и столько же погибает

В эритроците 30 пг гемоглобина
Объем эритроцита – 88 мкм²
Диаметр эритроцита – 7,5 мкм
Срок жизни эритроцита – 120 дней
Путь, пробегаемый по сосудистому руслу, – 1200 км

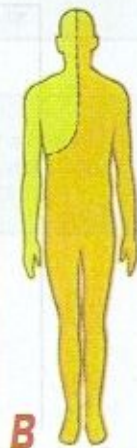
Примечание.
Данные заимствованы у Доминик Леони (1997).

Кое-что об эритроцитах



Лимфа человека

Плотность	1,017–1,026 г/см ³
Вязкость	1,7 - 2,0 усл. ед. (по отношению к воде)
pH	8,0–9,0
Вода	94,0–95,0%
Общий белок (альбумины, глобулины, фибриноген)	3,0–50,0 г/л
Жир (вне пищеварения)	0,4–0,9%
Катионы:	
Na ⁺	1,0–2,0 г/л
K ⁺	0,8–2,2 г/л
Ca ²⁺	0,01–0,1 г/л



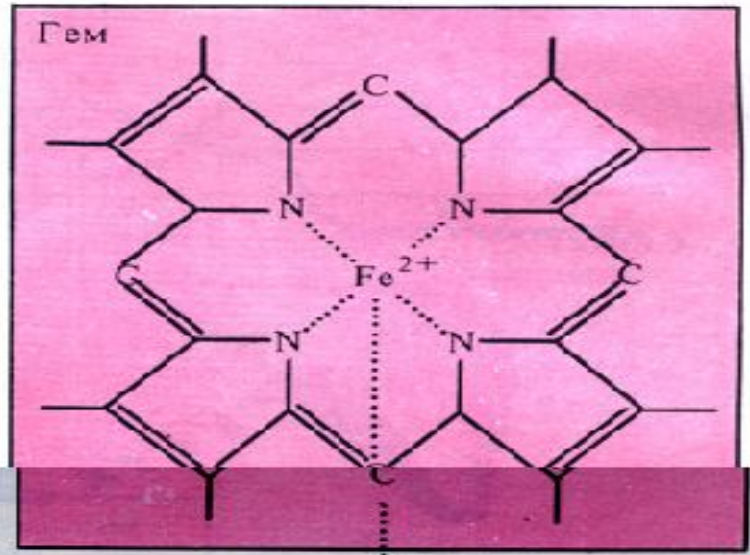
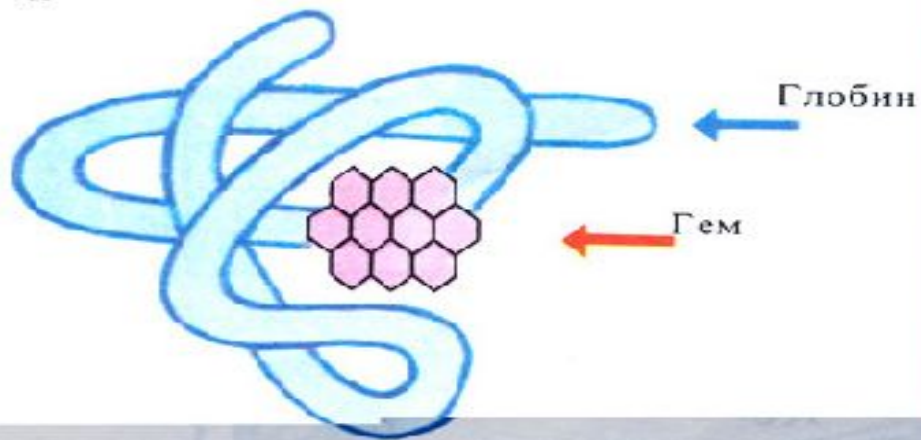
Лимфа и лимфоток.

А. Система лимфатических сосудов.

Б. Расположение регионарных лимфатических узлов.

В. Схема распределения оттока лимфы из области тела (темная зона – отток в левый грудной лимфатический проток, светлая – в правый)

А



Б

Фраунгоферовы
линии

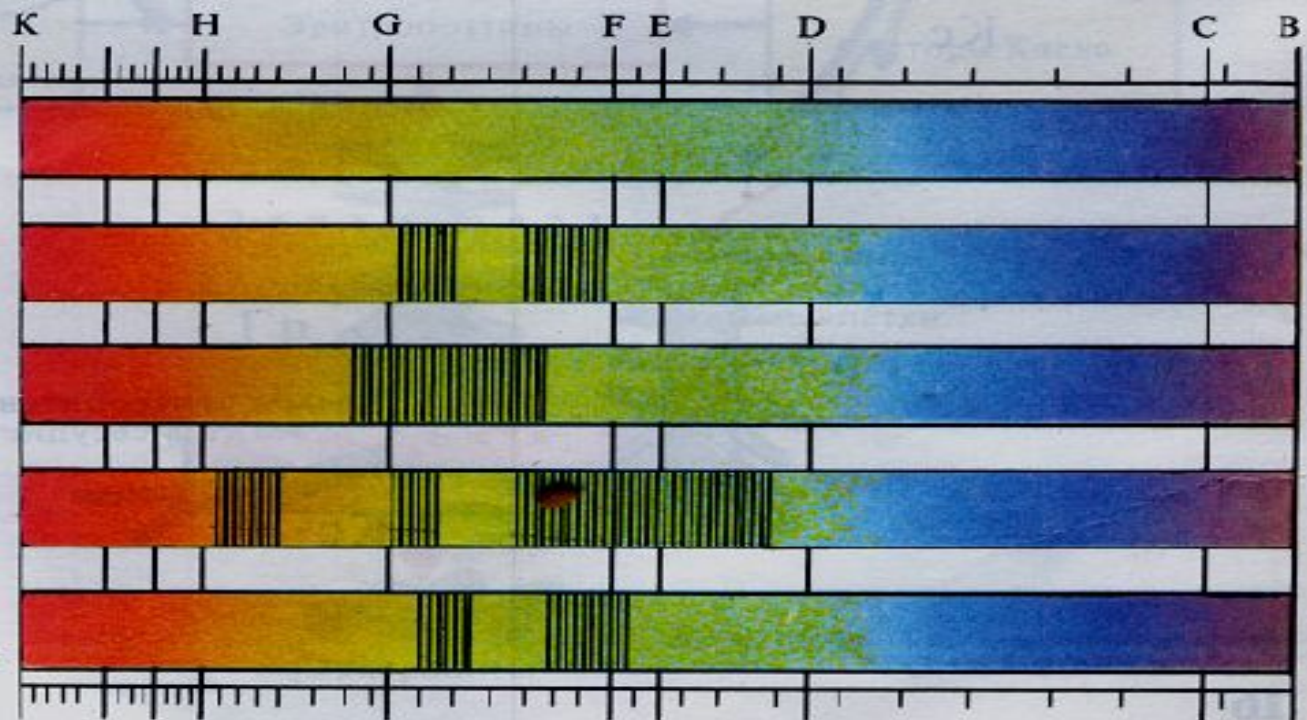
Солнечный спектр

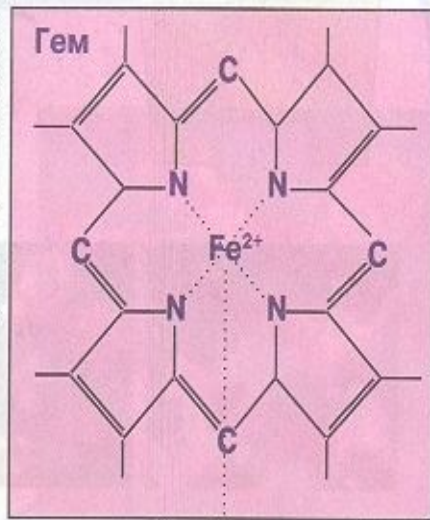
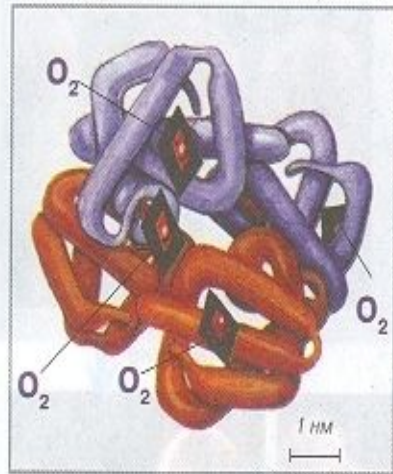
Оксигемоглобин

Гемоглобин

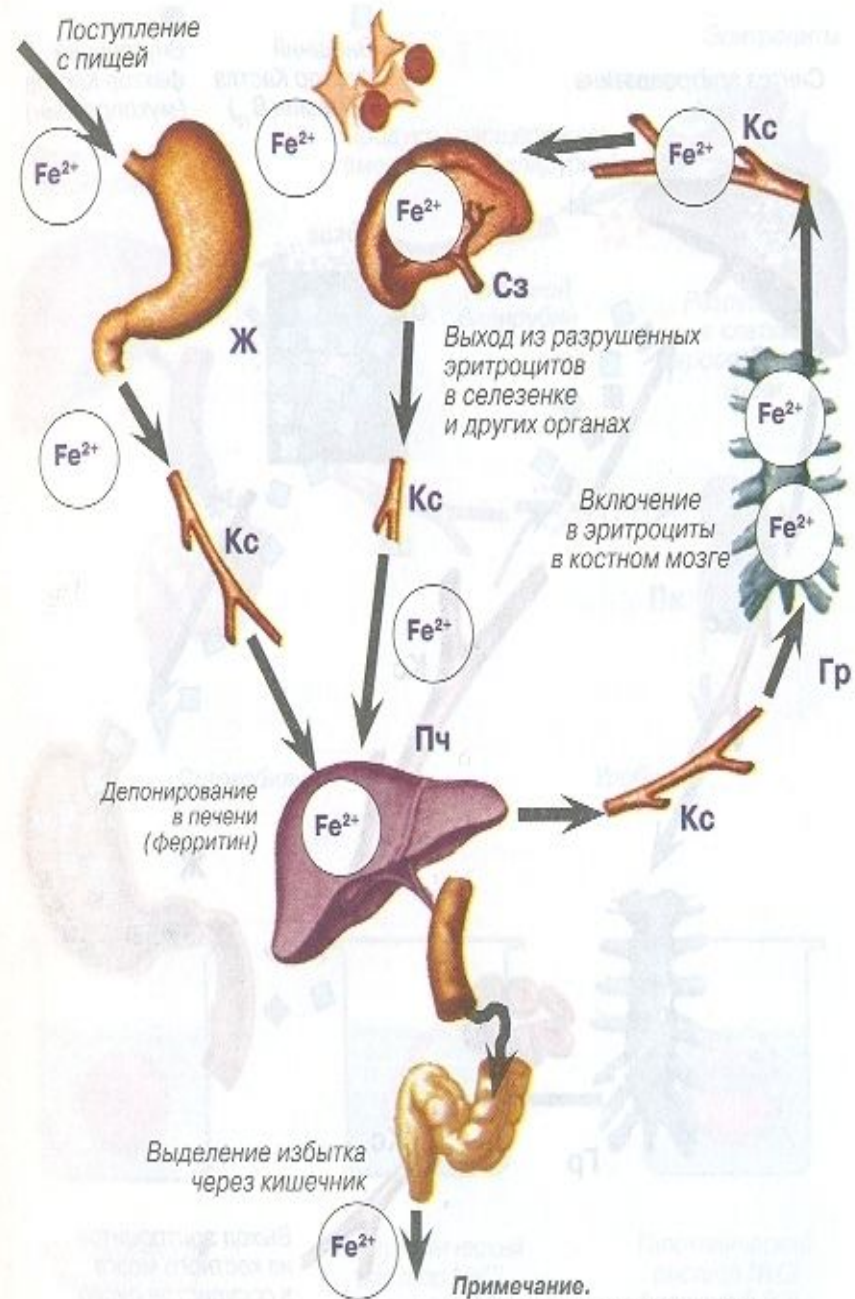
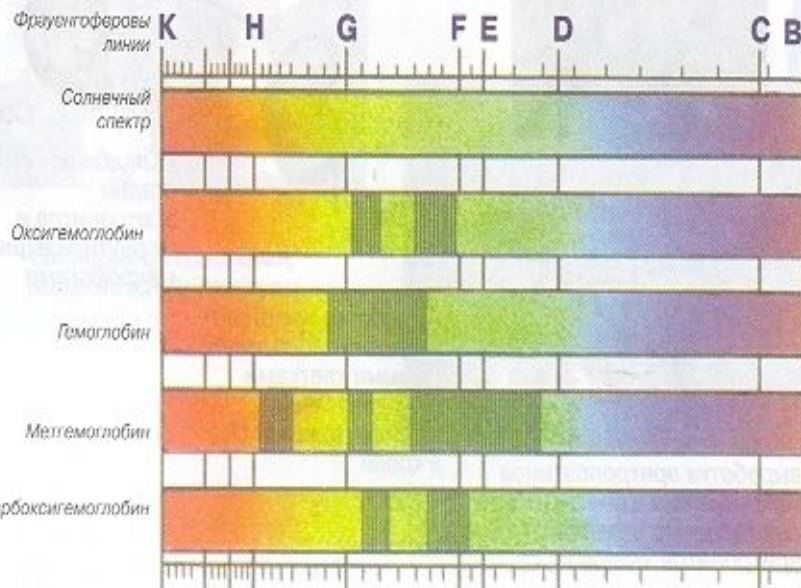
Метгемоглобин

Карбоксигемоглобин





Глобин



Примечание. Организм содержит в среднем около 4,5 г железа, оно находится в гемоглобине, цитохромах, миоглобине. Депонируется в виде ферритина и гемосидерина. Компенсируется железом пищи

Resume: After listening to lectures, students should:

- Understand the concept of the blood system
- Know the basic functions of blood, the blood;
- Understand the physiology of red blood cells.
- Understand the importance of clinical trials of blood.