

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

*ЭРИТРОЦИТАРНАЯ СИСТЕМА .
ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА КРОВИ.*

ГРУППЫ КРОВИ.

ПЕРЕЛИВАНИЕ КРОВИ

ФУНКЦИИ КРОВИ:

- ◎ 1. Транспортная
 - Дыхательная
 - Питательная
 - Экскреторная
- ◎ 2. Терморегуляторная
- ◎ 3. Регуляторная
- ◎ 4. Гомеостатическая
- ◎ 5. Защитная

ОБЪЕМ ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ (ОЦК)

- ⦿ М - 7% МАССЫ ТЕЛА
- ⦿ Ж – 6,5 % МАССЫ ТЕЛА

ГИПЕРВОЛЕМИЯ

ГИПОВОЛЕМИЯ

КРОВЬ

ПЛАЗМА (55-60%):

- ВОДА (90%)
- БЕЛКИ, НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ИОНЫ (10%)
(ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ)

ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (40-45%)

- ЭРИТРОЦИТЫ
- ЛЕЙКОЦИТЫ
- ТРОМБОЦИТЫ

БЕЛКИ КРОВИ:

- Альбумины – 60%
- Глобулины: α , β , γ (иммуноглобулины)

ГЕМАТОКРИТ – показатель доли
форменных элементов в общем объеме
крови

М - 0,40 – 0,48 (40-48%)

Ж - 0,36 – 0,42 (36-42%)

ПОЛИЦИТЕМИЯ

ОЛИГОЦИТЕМИЯ

ГЕОРГИЙ ФЕДОРОВИЧ ЛАНГ

ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ КРОВИ (1939 Г.)

СИСТЕМА КРОВИ – СОВОКУПНОСТЬ ОРГАНОВ КРОВООБРАЗОВАНИЯ, КРОВОРАЗРУШЕНИЯ, САМОЙ ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ И АППАРАТА НЕЙРО-ГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ.

ЭРИТРОЦИТАРНАЯ СИСТЕМА

физиологическая система, состоящая из эритроцитов циркулирующей крови, органов их образования, разрушения и **депонирования**, объединенных аппаратом нейрогуморальной регуляции

(проф. д.м.н. Горожанин Л.С.)

○ ЭРИТРОН

ЭРИТРОПОЭЗ – ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

В пренатальном периоде кроветворение происходит:

- с 3 – 9 нед. – в желточном мешочке
- с 6 нед. и до рождения – в печени и селезенке
- с 3 – го месяца и продолжается после рождения – в красном костном мозге плоских костей и эпифизах трубчатых костей

Показателем интенсивности эритропоэза является концентрация ретикулоцитов (молодых форм эритроцитов) в крови

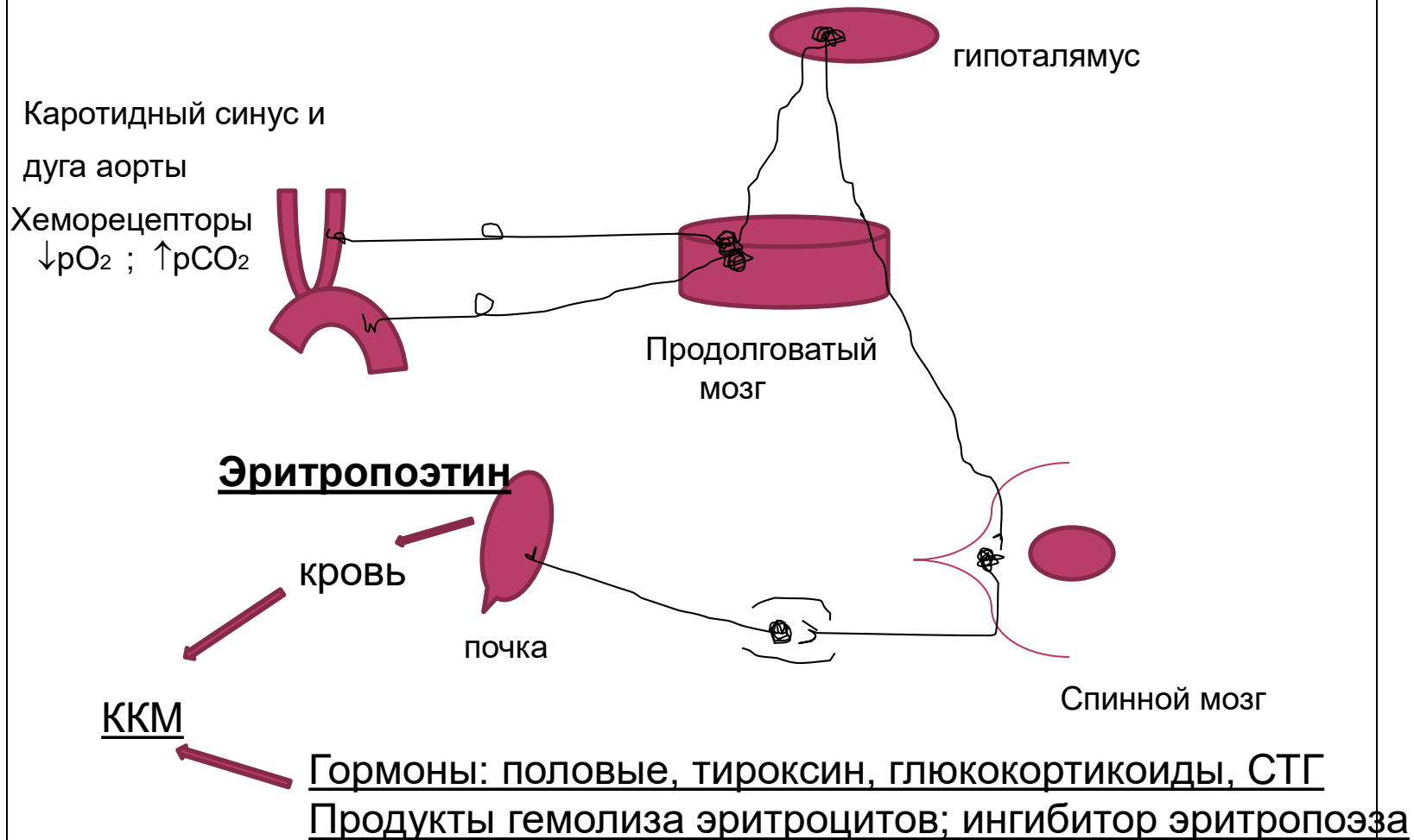
Норма ретикулоцитов у взрослого: 0,2 – 1%

> 1% - ретикулоцитоз (усиление эритропоэза)

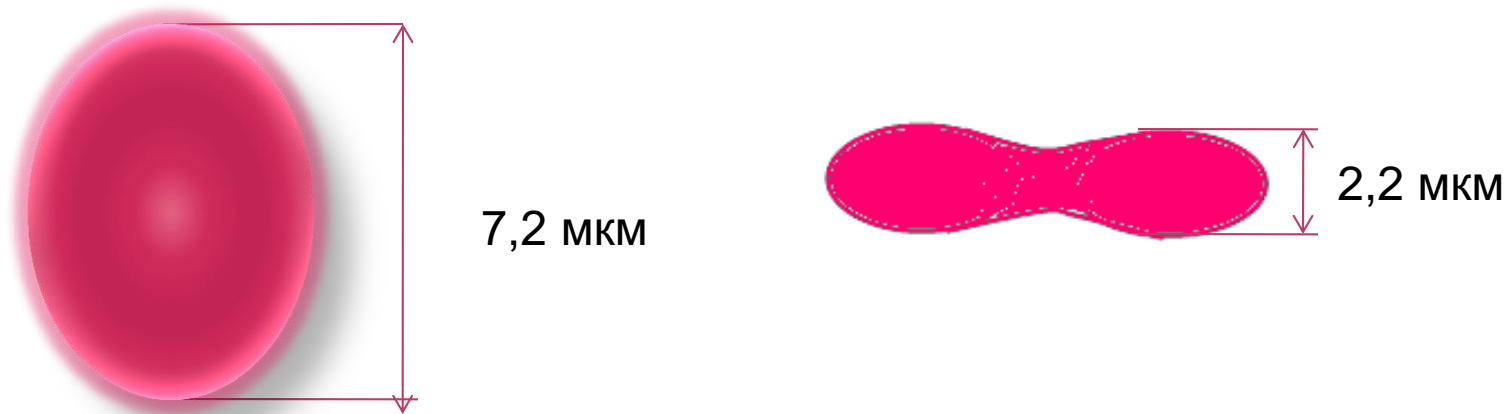
< 0,2% - ретикулопения (угнетение эритропоэза)

РЕГУЛЯЦИЯ ЭРИТРОПОЭЗА

Нервная и гуморальная



МОРФО - ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ



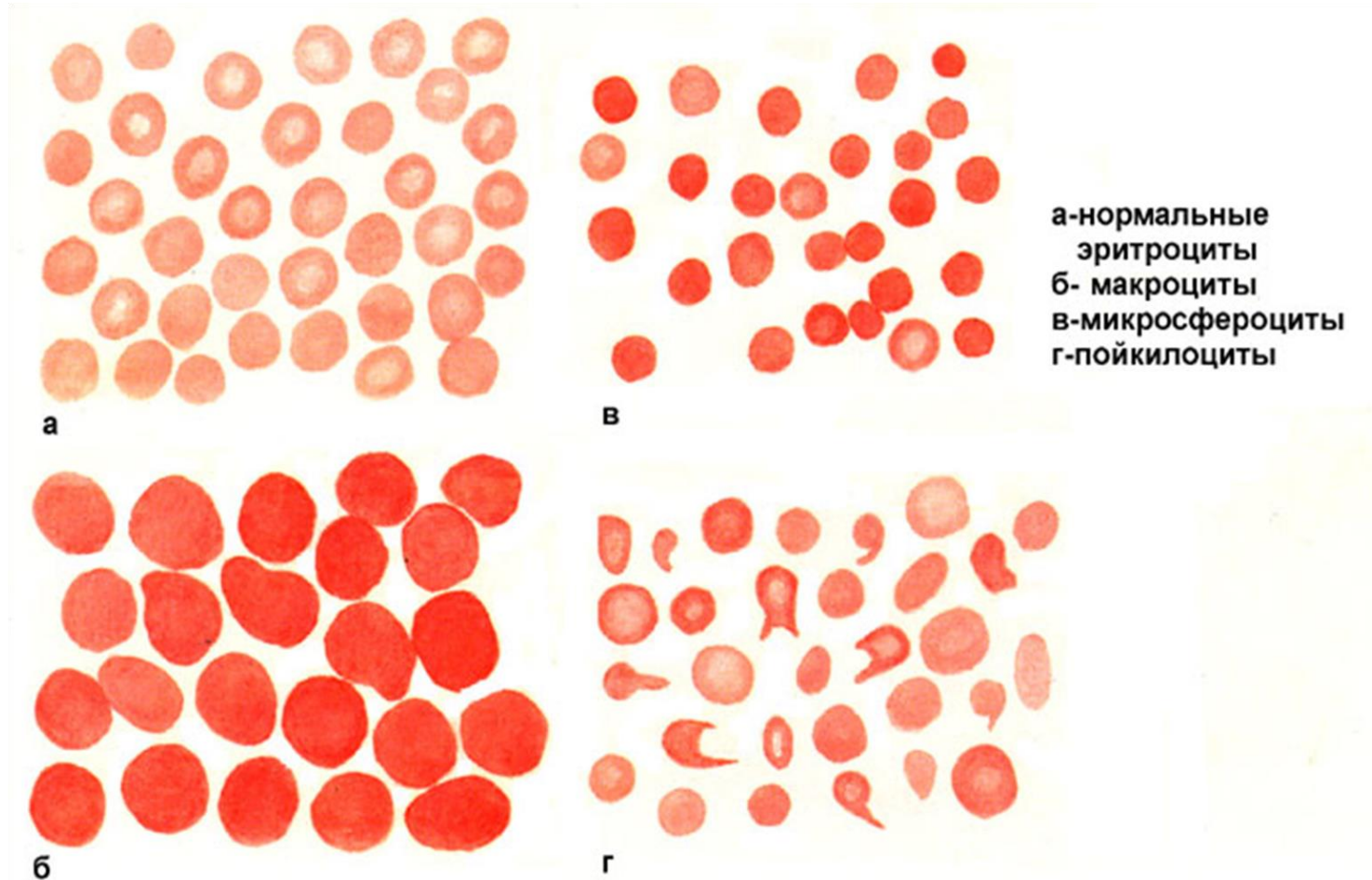
1. ФОРМА: *ДИСКОЦИТ*

- прохождение через капилляры
- быстрое насыщение кислородом
- большая площадь поверхности для транспорта питательных веществ

2. РАЗМЕРЫ:

ДИАМЕТР = 7- 8 МКМ (НОРМОЦИТ)

ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ - АНИЗОЦИТОЗ



3. ОТСУТСТВИЕ ЯДРА

- Снижение уровня метаболизма
- Снижение потребления O_2

4. НЬ ВНУТРИ ЭРИТРОЦИТА:

- меньше вязкость крови
- меньше онкотическое давление
- гемоглобин не уходит через почки

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

НОРМЫ У ВЗРОСЛОГО: $3.9 - 5.5 \times 10^{12}$ шт/л

10^{12} = Т («ТЭРА»)

М 4,0 – 5,5 Т/л

Ж 3,9 – 4,7 Т/л

ЭРИТРОЦИТОЗ (> 5,5 Т/л)

ЭРИТРОПЕНИЯ (< 3,9 Т/л)

ВИДЫ ЭРИТРОЦИТОЗА

ЭРИТРОЦИТОЗ

Физиологический

патологический

(Повышение активности ККМ;
снижение интенсивности процессов
гемолиза эритроцитов)

ЛОЖНЫЙ
(ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ)

ИСТИННЫЙ
(АБСОЛЮТНЫЙ)

ЛОЖНЫЙ ЭРИТРОЦИТОЗ

причины	характеристика	механизм
<ul style="list-style-type: none">• кратковременная мышечная нагрузка• эмоциональное возбуждение• кратковременная гипоксия• усиленная потеря жидкости	<ul style="list-style-type: none">• кратковременный• без изменения эритропоэза (концентрация ретикулоцитов в норме)	выход эритроцитов из депо крови Потеря жидкости

ИСТИННЫЙ ЭРИТРОЦИТОЗ

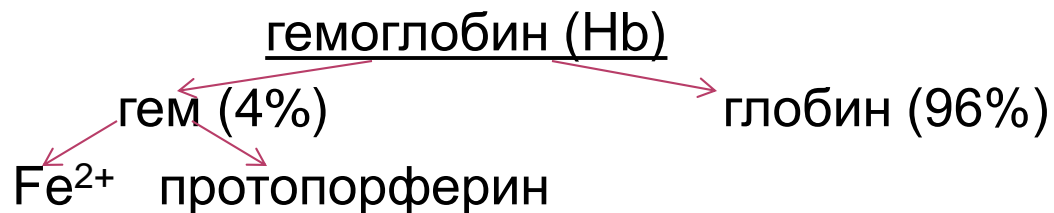
причины	характеристика	механизм
<ul style="list-style-type: none">• длительная гипоксия• переливание крови	<ul style="list-style-type: none">• длительный• увеличение концентрации эритроцитов и <u>ретикулоцитов</u>	Усиление эритропоэза

ЭРИТРОПЕНИИ

ЭРИТРОПЕНИЯ

	<u>истинная</u>	<u>ложная</u>
<u>Причины</u>	<ul style="list-style-type: none">• кровопотеря• усиление гемолиза• снижение активности ККМ	разведение крови
<u>Характеристики</u>	Концентрация эритроцитов снижена ретикулоциты не в норме	Концентрация эритроцитов снижена, а ретикулоцитов в норме

ГЕМОГЛОБИН, ВИДЫ И СОЕДИНЕНИЯ ГЕМОГЛОБИНА



ВИДЫ ГЕМОГЛОБИНА:

- GOWER (HbG) - у эмбриона до 6 недели беременности
- ФЕТАЛЬНЫЙ (Hb F) – у плода с 8 по 36 неделю
- Hb A (ВЗРОСЛОГО)

У взрослого человека 98% Hb A и 2% Hb F

Соединения гемоглобина

физиологические	Патологические
<u>оксигемоглобин (HbO₂)</u>	карбоксигемоглобин (Hb CO)
<u>дезоксигемоглобин (HHb)</u> <u>карбгемоглобин (Hb CO₂)</u>	метгемоглобин Fe ³⁺

Нормы содержания гемоглобина у взрослого:

120 – 165 г/л

М 130 – 165 г/л

Ж 120 – 145 г/л

СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ГЕМОГЛОБИНА В ЭРИТРОЦИТЕ

$$\text{ССГЭ} = [\text{Hb}] / [\text{Э}]$$

НОРМА: 28- 34 ПГ (пикаграмм)

ЦВЕТНОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ (ЦП)

$$\text{ЦП} = \text{ССГЭ} / \text{ССГЭ}_n = \text{ССГЭ} / 33,3$$

НОРМА: 0,85 – 1,05 у.е.

ГИПОХРОМИЯ

ГИПЕРХРОМИЯ

ЭРИТРОДИЕРЕЗ (ГЕМОЛИЗ ЭРИТРОЦИТОВ)

Продолжительность жизни эритроцитов – 90-120 дней

ГЕМОЛИЗ IN VIVO:

- в костном мозге (5-10% клеток)
- внутрисосудистый (10-15% клеток)
- внесосудистый (80-85% клеток)

(МФС - моноклеарная фагоцитарная система
печени и селезенки)

ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ КРОВИ:

- ⦿ *защитные функции белков плазмы крови*
- ⦿ *защитные функции клеток крови:
неспецифические и специфические
защитные функции (иммунные реакции)*
- ⦿ *система регуляции агрегатного состояния
крови (РАСК)*

ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ БЕЛКОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ

БЕЛКИ ПЛАЗМЫ:

система компле- мента	неспеци- фические антитела (Ig G, M, A, E)	интерфе- роны	кининовая система (кининогены, калликре- ины и кинины)
-----------------------------	---	------------------	---

Функции:

- лизис микробов и бактерий
- антивирусная, антитоксическая
- стимулируют фагоцитоз

ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ КЛЕТОК КРОВИ

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ КЛЕТОК КРОВИ:

УЧАСТВУЮТ ВСЕ ЛЕЙКОЦИТЫ

ФАГОЦИТОЗ – удаление чужеродных агентов и деградировавших структур ;

ДЕЗИНТОКСИКАЦИЯ – устранение токсичных продуктов

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ (ИММУННЫЕ РЕАКЦИИ)

ЛИМФОЦИТЫ: Т- лимфоциты, В – лимфоциты и клетки памяти

СКОРОСТЬ ОСЕДАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ (СОЭ) – ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАЩИТНОЙ ФУНКЦИИ КРОВИ

НОРМЫ СОЭ:

М 1 – 10 мм/ч

Ж 2 – 15 мм/ч

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОЭ:

- ⊙ изменение концентрации глобулинов (фибриногена)
(СОЭ повышается при ↑ концентрации глобулинов и снижается при повышении концентрации альбуминов)
- ⊙ изменение концентрации эритроцитов
(СОЭ повышается при эритропении и снижается при эритроцитозе)

ЛЕЙКОЦИТЫ, ИХ СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ

- ◉ Диапедез
- ◉ Амебовидная подвижность
- ◉ Фагоцитоз
- ◉ Выделение БАВ (*гистамин, гепарин, интерлейкины, интерферон, лизоцим, простагландин E и др.*)

Функции лейкоцитов:

1. ЗАЩИТНАЯ

(фагоцитоз, бактерицидная, антитоксическая, иммунные реакции)

2. РЕГЕНЕРАТИВНАЯ

3. ТРАНСПОРТНАЯ

(перенос БАВ)

4. УЧАСТИЕ В РАБОТЕ СИСТЕМЫ РАСК

(синтез прокоагулянтов, фагоцитоз нитей фибрина)

ЛЕЙКОЦИТЫ



ГРАНУЛОЦИТЫ

- БАЗОФИЛЫ
- ЭОЗИНОФИЛЫ
- НЕЙТРОФИЛЫ

АГРАНУЛОЦИТЫ

- МОНОЦИТЫ
- ЛИМФОЦИТЫ

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛЕЙКОЦИТОВ

НОРМЫ:

ВЗРОСЛЫЕ : 4 – 9 Г/л

Г – «ГИГА» - 10^9

ЛЕЙКОЦИТОЗ

ЛЕЙКОПЕНИЯ

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛЕЙКОЦИТОВ

ЛЕЙКОПЕНИЯ – СОСТОЯНИЕ, ПРИ КОТОРОМ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛЕЙКОЦИТОВ МЕНЕЕ 4 Г/Л – ЭТО ВСЕГДА ПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

ЛЕЙКОЦИТОЗ – СОСТОЯНИЕ, ПРИ КОТОРОМ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛЕЙКОЦИТОВ БОЛЕЕ 9 Г/Л

ЛЕЙКОЦИТОЗЫ

```
graph TD; A[ЛЕЙКОЦИТОЗЫ] --> B[ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ]; A --> C[ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ]
```

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ

- МИОГЕННЫЙ
- ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ
- ЛЕЙКОЦИТОЗ БЕРЕМЕННЫХ
- ЛЕЙКОЦИТОЗ ПРИ СТРЕССОВЫХ СИТУАЦИЯХ

ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ

СВЯЗАНЫ С ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ СОСТОЯНИЯМИ (ВОСПАЛЕНИЕМ, ИНФЕКЦИОННЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ И ДР.)

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ЛЕЙКОЦИТОЗ

ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ПОВЫШЕНИЕМ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕЙКОЦИТОВ В КРОВИ БЕЗ УСИЛЕНИЯ ЛЕЙКОПОЭЗА

(ПРИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИИ КРОВИ ИЛИ УМЕНЬШЕНИИ ПЛАЗМЫ КРОВИ (ОБЕЗВОЖИВАНИИ, ПЛАЗМОПОТЕРИ))

ХАРАКТЕРИСТИКА: КРАТКОВРЕМЕННЫЙ, БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЫ

АБСОЛЮТНЫЙ ЛЕЙКОЦИТОЗ

ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ПОВЫШЕНИЕМ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕЙКОЦИТОВ В КРОВИ ЗА СЧЁТ УСИЛЕННОЙ ИХ ПРОДУКЦИИ В ККМ

ХАРАКТЕРИСТИКА: ДЛИТЕЛЬНЫЙ, С ИЗМЕНЕНИЯМИ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЫ

ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА -

это концентрация различных видов лейкоцитов, выраженная в процентах

Кол-во лейкоцитов		Б	Э	нейтрофилы				Л	М
				М	Ю	П	С		
норма %	100%	0 - 1	1 - 5	-	-	1- 6	46 -72	19-37	3-11
абс. циф-ры	4,0-9,0 Г/л 4,0*10 ⁹ – 9,0*10 ⁹ /л 4000 – 9000/мм ³	0,022-0,095	0,045-0,07	-	-	0,045-0,47	2,23-6,8	0,81 - 3,6	0,09 - 0,5

Абсолютная концентрация (Х_а)

$$X_a = \frac{Л \text{ (Г/л)} \times X \text{ отн.(\%)}}{100 \%}$$

ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЫ:

1. Сдвиг лейкоцитарной формулы влево (при патологических лейкоцитозах)

лейкоциты	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М	Инд. сдвига
			М	Ю	П	С			
$15,2 \cdot 10^9 / \text{л}$	1	2	1	8	13	57	12	6	0,38

2. Сдвиг лейкоцитарной формулы вправо (при лейкопениях)

лейкоциты	Б	Э	Нейтрофилы				Л	М
			М	Ю	П	С		
$3,4 \cdot 10^9 / \text{л}$	1	1	-	-	2	58	40	3

ИНДЕКС СДВИГА (ИС)

м + ю + палочкояд.нейтроф.

$$\text{ИС} = \frac{\text{м + ю + палочкояд.нейтроф.}}{\text{сегментояд.нейтроф.}} = 0,5 - 0,7$$

СИСТЕМА РЕГУЛЯЦИИ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ КРОВИ (СИСТЕМА РАСК)

- **АНТИСВЕРТЫВАЮЩАЯ СИСТЕМА**

Задача: сохранение жидкого состояния крови

- **СИСТЕМА ГЕМОСТАЗА**

Задача: свертывание крови и остановка кровотечения в случае необходимости

- **СИСТЕМА ФИБРИНОЛИЗА И РЕКАНАЛИЗАЦИИ**

Задача: восстановление стенок сосудов и кровотока

АНТИСВЕРТЫВАЮЩАЯ СИСТЕМА

○ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОТЕЛИЯ СОСУДОВ:

- гладкая стенка
- одинаковый заряд с клетками крови
- выработка веществ, препятствующих прилипанию тромбоцитов

○ НАЛИЧИЕ АНТИКОАГУЛЯНТОВ

- первичные (готовые)

(Антитромбин III, гепарин)

- вторичные (образуются в процессе свертывания крови)

(Фибрин, продукты фибринолиза)

Места их образования: эндотелий сосудов и тучные клетки

ГЕМОСТАЗ

ВИДЫ ГЕМОСТАЗА

Сосудисто-
тромбоцитарный
(эффективен в
микроциркуляторном
русле)

Коагуляционный
(эффективен в крупных
сосудах: венах,
артериолах)

Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз происходит за счет тромбоцитов и их факторов

ТРОМБОЦИТЫ норма - 180 – 400 Г/л

Функции:

- ⦿ участие в сосудисто-тромбоцитарном гемостазе
- ⦿ ангиотрофическая функция

СОСУДИСТО -ТРОМБОЦИТАРНЫЙ ГЕМОСТАЗ

1. ПЕРВИЧНЫЙ СПАЗМ ПОВРЕЖДЕННОГО СОСУДА
(РЕФЛЕКТОРНЫЙ)

2. АДГЕЗИЯ (прилипание) ТРОМБОЦИТОВ

3. ВЫДЕЛЕНИЕ ТРОМБОЦИТАРНЫХ ФАКТОРОВ И ВТОРИЧНЫЙ
СПАЗМ СОСУДА (*СЕРОТОНИН, АДРЕНАЛИН, ТРОМБОКСАН А₂*)

4. АГРЕГАЦИЯ ТРОМБОЦИТОВ:

- **обратимая** (*АДФ, тромбоксан А₂*)
- **необратимая** (*тромбин, Са²⁺*)

5. ОБРАЗОВАНИЕ И РЕТРАКЦИЯ СГУСТКА, *ОБРАЗОВАНИЕ
ТРОМБОЦИТАРНОГО ТРОМБА*

Показатель – время остановки кровотечения

КОАГУЛЯЦИОННЫЙ ГЕМОСТАЗ

Осуществляется за счет факторов свертывания крови, находящихся в плазме

№	Название	Патология
I	Фибриноген	ДВС-синдром
II	Протромбин	
III	Тканевой тромбопластин	
IV	Ионы кальция	
V	Проакцелерин	Парагемофилия
VII	Проконвертин	Болезнь Александра
VIII	Антигемофильный глобулин А	Гемофилия А
IX	Антигемофильный глобулин В	Гемофилия В
X	Фактор Стюарта-Прауэра	Болезнь Стюарта-Прауэра
XI	РТА-фактор	
XII	Фактор Хагемана	
XIII	Фибринстабилизирующий фактор	

МЕХАНИЗМ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ

ВНЕШНИЙ ПУТЬ

тканевой VII → VIIa
тромбо-
пластин Ca

ВНУТРЕННИЙ ПУТЬ

контакт XII → XIIa
XI → XIa
IX → IXa
VIII → VIIIa

X → Xa + Va + Ca + фосфолипиды

I. ОБРАЗОВАНИЕ ПРОТРОМБИНАЗЫ

II. ПРОТРОМБИН → ТРОМБИН

III. ФИБРИНОГЕН → ФИБРИН (мономер)

фибрин полимер S

фибрин полимер I

IV. ОБРАЗОВАНИЕ И РЕТРАКЦИЯ СГУСТКА, ОБРАЗОВАНИЕ КРОВЯНОГО ТРОМБА

МЕХАНИЗМ ФИБРИНОЛИЗА

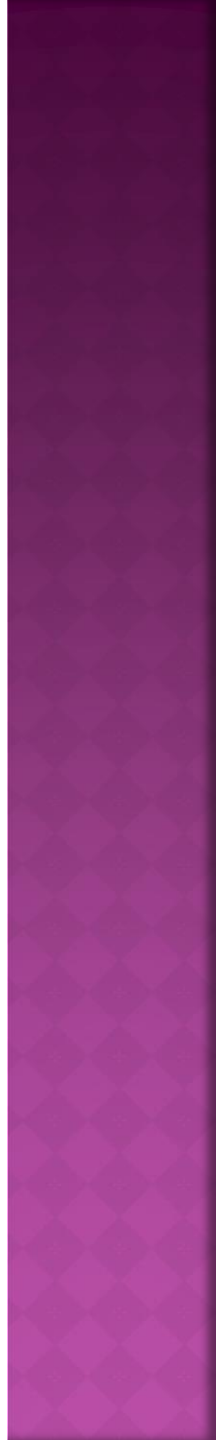
ФИБРИНОЛИЗ - процесс разрушения тромба



Активаторы плазминогена: урокиназа, фосфотазы, сериновые протеазы, стрептокиназа, XIIa, калликреин + VM-кининоген

Угнетают: антитромбин III, антиплазмины, α-макроглобулин

ГРУППЫ КРОВИ



АНТИГЕН (АГГЛЮТИНОГЕН) – вещество, против которого организм способен вырабатывать АНТИТЕЛА

АНТИТЕЛО = АГГЛЮТИНИН

СИСТЕМА АВ0

(К. Ландштейнер, 1901 г.)

АГГЛЮТИНОГЕНЫ А и В (гликопротеиды, липопротеиды) на мембране эритроцитов

АГГЛЮТИНИНЫ α и β (протеины) в плазме крови

A и α }
B и β } одноименные агглютиногены и агглютинины
В норме в крови никогда вместе не встречаются!

АГГЛЮТИНАЦИЯ – склеивание эритроцитов при взаимодействии одноименных антигена и антитела (A и α ; B и β)

ГРУППЫ КРОВИ по системе АВО

ОПРЕДЕЛЯЮЩИМ ЯВЛЯЮТСЯ АГГЛЮТИНОГЕНЫ, АГГЛЮТИНИНЫ ПОЯВЛЯЮТСЯ ПОЗЖЕ

ГРУППЫ КРОВИ	АНТИГЕН	АНТИТЕЛО
0 (I)	0	α и β
A (II)	A	β
B (III)	B	α
AB (IV)	A и B	нет

0 $\alpha\beta$

A β

B α

AB0

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУППЫ КРОВИ

Для определения группы крови используют методы:

1. С использованием стандартных сывороток
2. С использованием цоликлонов

СЫВОРОТКА – дефибринированная плазма

СТАНДАРТНАЯ СЫВОРОТКА - сыворотка крови, содержащая известную концентрацию определенных агглютининов

В основу метода положено явление агглютинации

ТРЕХКАПЕЛЬНАЯ ПРОБА

(I)αβ	(II)β	(III) α	(IV) 0	группа крови
-	-	-		0
+	-	+		A
+	+	-		B
+	+	+	-	AB

СИСТЕМА РЕЗУС - ФАКТОР

АНТИГЕНЫ: на оболочке эритроцитов

C - c

D - d (Rh+)

E - e

В норме в крови Rh+ и Rh- людей **анти- D – антител** нет

РЕЗУС – КОНФЛИКТ: - при переливании крови

Rh- реципиенту переливают Rh+ кровь донора

- при беременности

МАТЬ (Rh-)

ПЛОД (Rh+)

ПРАВИЛА ПЕРЕЛИВАНИЯ КРОВИ

1. одногруппная кровь
2. одинаковый резус-фактор
3. нельзя пользоваться кровью одного и того же донора при повторном переливании
4. проба на совместимость
(плазма реципиента + эритроциты донора)
5. биологическая проба
(3 раза по 5-10 мл через 3 мин)

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПЕРЕЛИВАНИЯ КРОВИ

- ЗАМЕСТИТЕЛЬНЫЙ
- СТИМУЛИРУЮЩИЙ
- ГЕМОСТАТИЧЕСКИЙ
- ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ
- ПИТАТЕЛЬНЫЙ
- ЭНДОКРИННЫЙ

БЛАГОДАРЮ ЗА

ВНИМАНИЕ

После изучения лекции необходимо пройти тестирование при помощи сервиса Гугл-формы.

Пожалуйста, корректно заполняйте поля ФИО, факультет и номер группы.

◎ ТЕСТ