

Учреждение образования  
«Витебский государственный ордена Дружбы народов  
медицинский университет»

# НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Лекция № 7

Кафедра нормальной физиологии  
Тихонова Людмила Владимировна,  
кандидат биологических наук, доцент

# **ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА**

## **КРОВЬ**



# ПЛАН

1. Жидкие среды организма.
2. Понятие о гомеостазе и гомеокинезе.
3. Понятие о системе крови.
3. Функциональная система поддержания постоянства осмотического, онкотического давлений крови.
4. Кислотно-основное состояние крови.
5. Общая характеристика эритроцитов. Гемоглобин.
6. Гемолиз эритроцитов. Осмотическая резистентность эритроцитов.
7. Коллоидные и суспензионные свойства крови. Скорость оседания эритроцитов.
8. Общая характеристика лейкоцитов. Лейкоцитарная формула.
9. Тромбоциты: количество, строение, функции.
10. Основные показатели общего анализа крови.

**Внутренняя среда организма – совокупность жидкостей организма, принимающих непосредственное участие в процессах обмена веществ и поддержания гомеостаза в организме.**

**Значение: из нее клетки многоклеточного организма получают все необходимое для своей жизнедеятельности и затем в нее выводят продукты обмена.**

Концепция ГОМЕОСТАЗА разработана  
Клодом Бернарром в 70-х г.г. 19 в.

“поддержание постоянства условий жизни  
в нашей внутренней среде —  
необходимый элемент свободной и  
независимой жизни”,

Значение – обеспечивает стабильные  
условия функционирования клеток даже  
при значительных изменениях внешней  
среды.

Термин ГОМЕОСТАЗ предложен в 1929 г. канадским физиологом Уолтером Кэнноном.

**ГОМЕОСТАЗ** (*homoios* (греч.) - *подобный*, + *stasis* (греч.) - *состояние*) – относительное динамическое наследственно закрепленное постоянство состава и физико-химических свойств внутренней среды организма И механизмы, которые обеспечивают это состояние .

# **Жидкостное пространство организма**

## **внутрисосудистая**

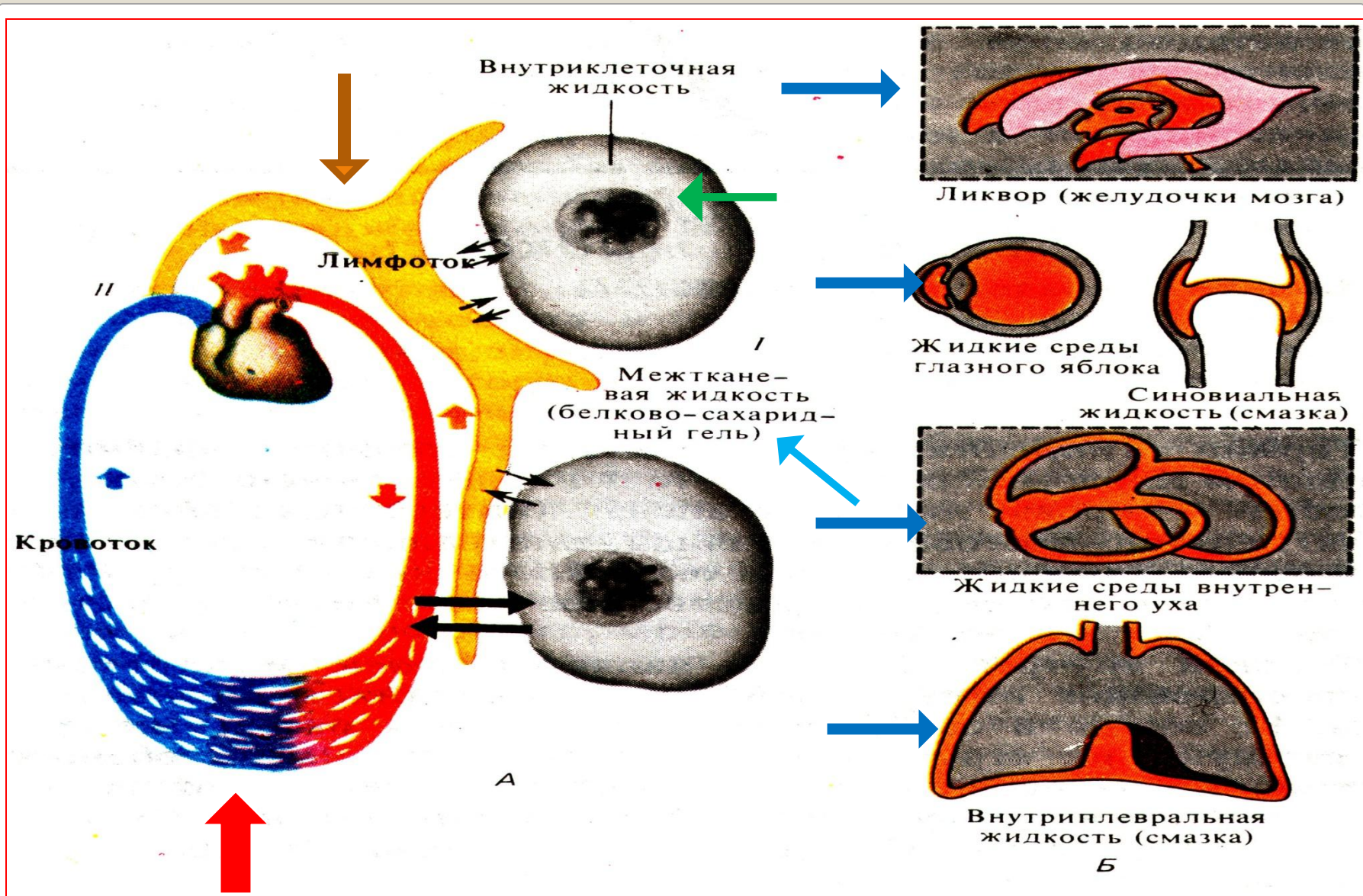
**(7,5% всей воды  
организма)**

**Кровь,  
лимфа**

## **Внесосудистая**

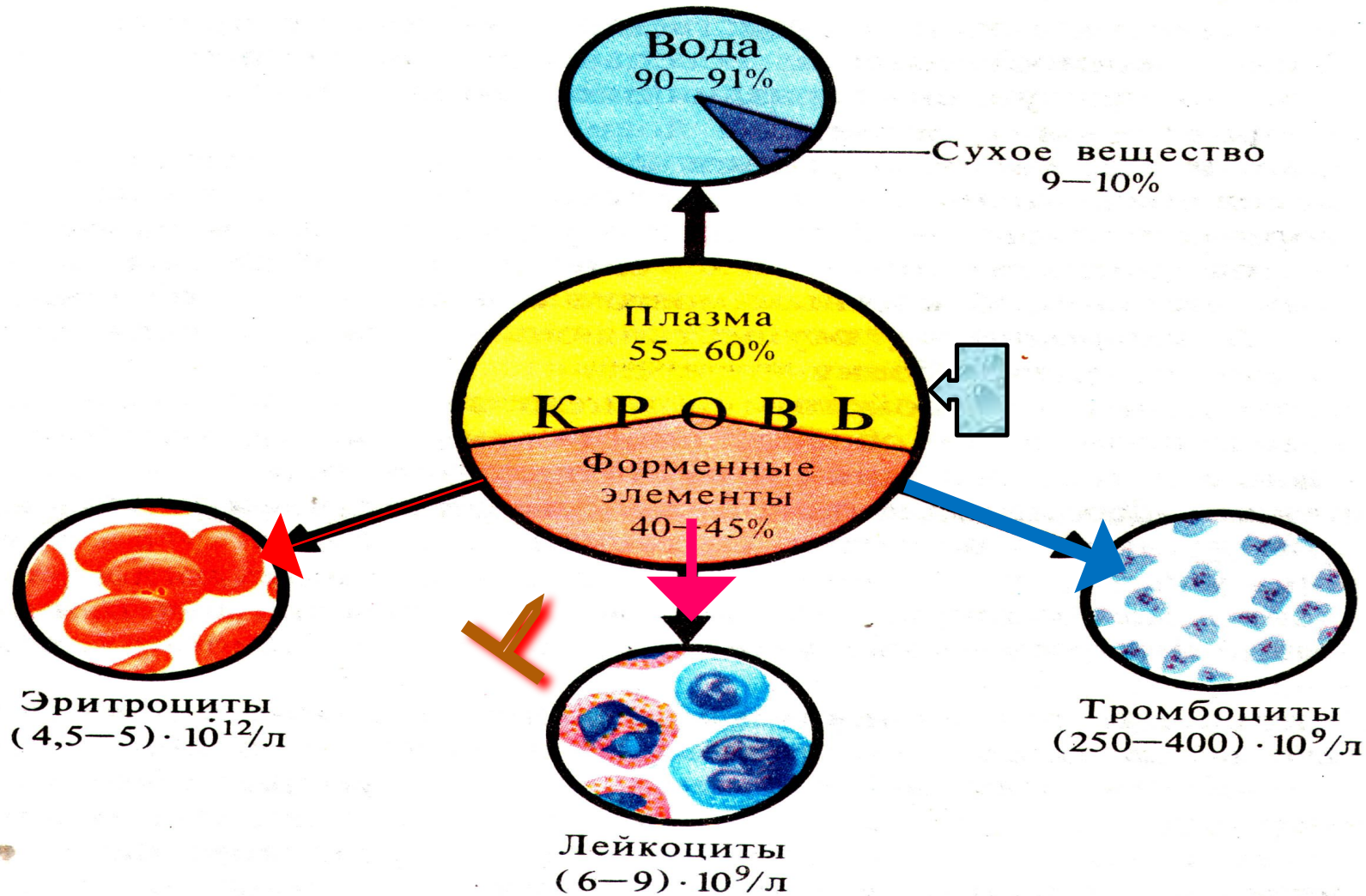
**(92,5% всей воды организма).**

- **внутриклеточной (65%)**
- **интерстициальной (20%)**
- **трансклеточной (2,5%)** *в пищеварительном тракте, жёлчи, мочевыделительной системе, внутриглазной и цереброспинальной жидкостях, в жидкости серозных полостей*
- **и кристаллизационной воды кости и хряща (15%).**



# Жидкостное пространство организма





# Метод определения гематокрита

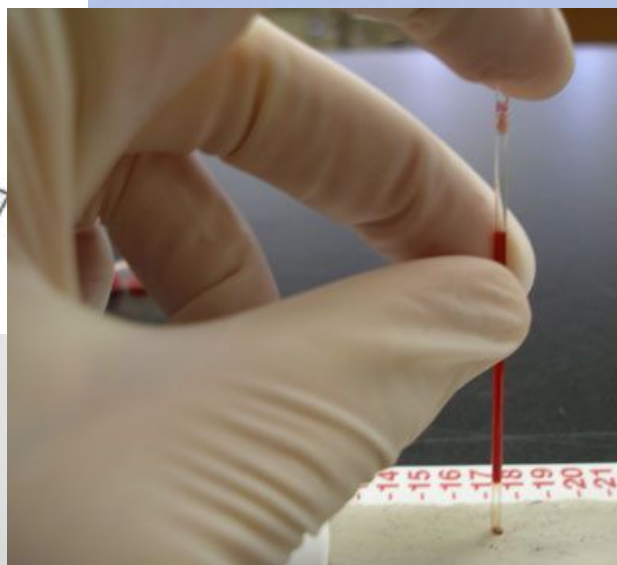
гематокритный капилляр

58%

42%

18%

72%



(указанный показатель в медицине обозначается как «Ht» или «HCT»)

## Гематокрит («гематокритное число»)

– это отношение объема форменных элементов крови к общему объему крови.

Гематокрит зависит:

- 1) **от пола** - у мужчин 44-46 об.%,  
у женщин 41-43 об.%;
- 2) **от возраста** - у новорожденных на 10% выше, у маленьких детей на столько же ниже.

## **Гематокрит повышен из-за следующих факторов:**

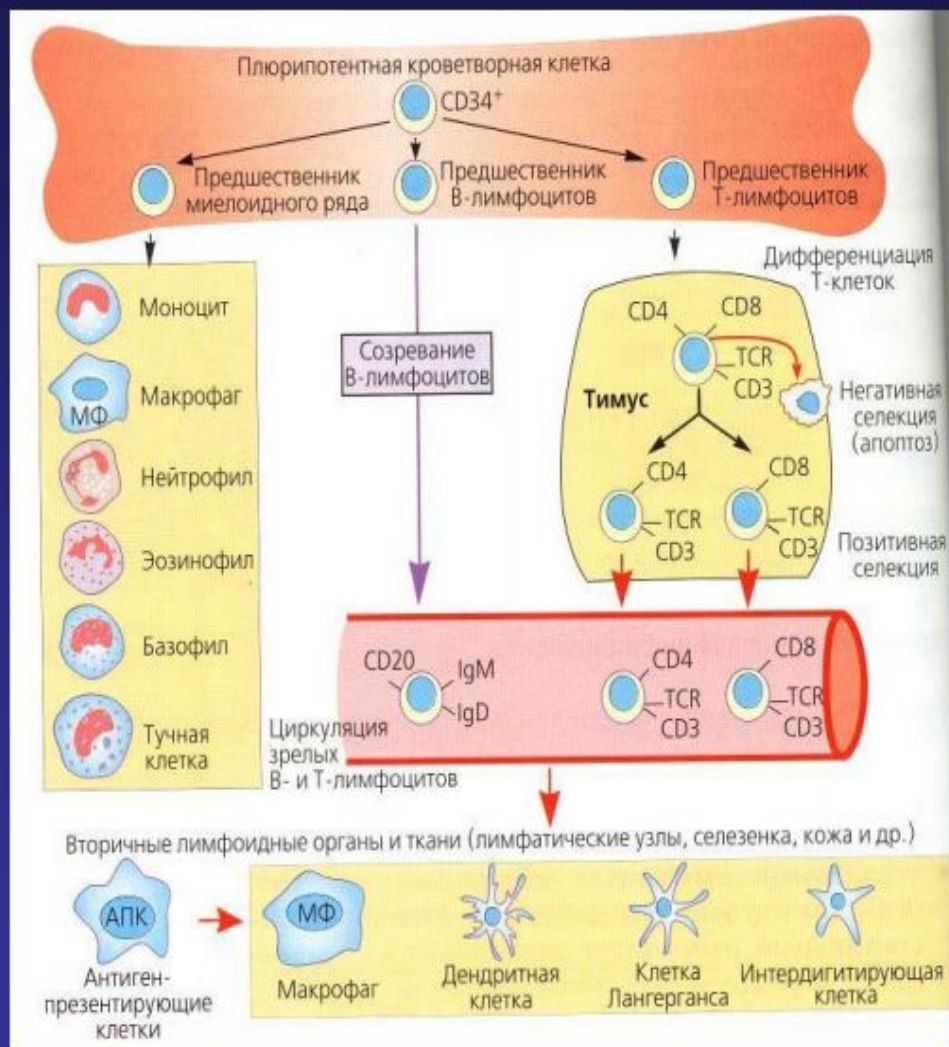
- наличие первичных и вторичных эритроцитоз;
- имеются дегидратации, как следствие заболеваний желудочно-кишечного тракта, что сопровождается профузным поносом и рвотой;
- наличие диабета;
- существенное уменьшение объема циркулирующей в организме крови из-за перитонита или же ожоговой болезни.

## **Гематокрит понижен из-за воздействия факторов:**

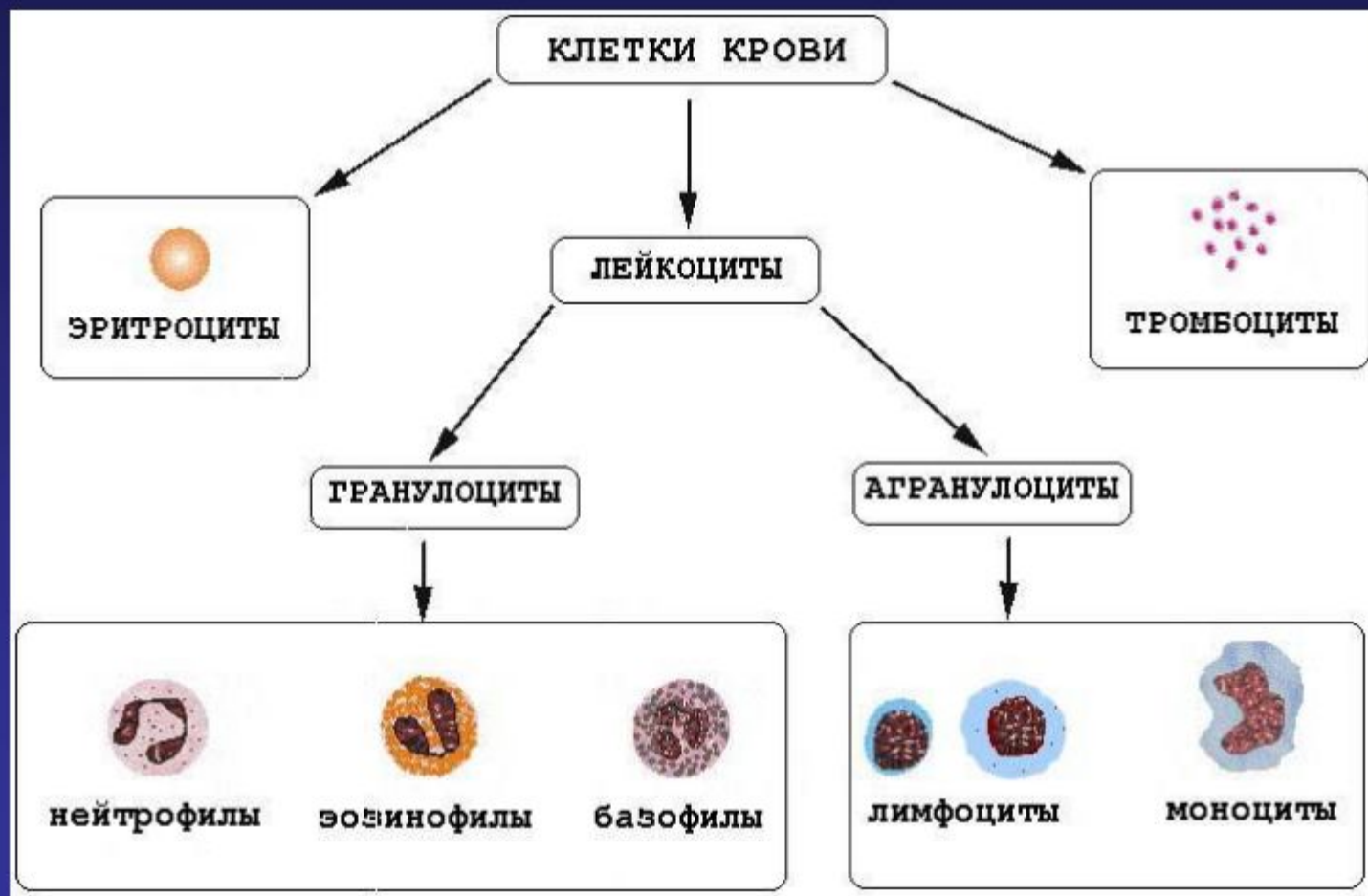
- наличие анемии;
- присутствие сердечной и почечной недостаточности;
- наличие гиперпротеинемии;
- присутствие хронических и воспалительных процессов, травм, голодания, онкологических заболеваний;
- из-за внутривенного введения жидкостей, особенно в случае снижения функциональной способности почек.

# Система крови (Ланг, Россия)

- Органы кроветворения-иммунитета (костный мозг, селезенка, лимфоузлы, тимус) – кроветворная ткань
- Жидкая кровь
- Органы кроверазрушения (селезенка, печень, капилляры легких, капилляры мышц)
- Система локальной и дистантной регуляции (нервная система, эндокринная система, гуморальные факторы, клеточные контакты).



Кроветворение (гемопоз) - это процесс образования развития и созревания клеток крови (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов)



**1. Класс стволовых клеток (СК)** состоит из наиболее ранних кроветворных клеток, дающих начало всем клеткам системы крови. особенности:

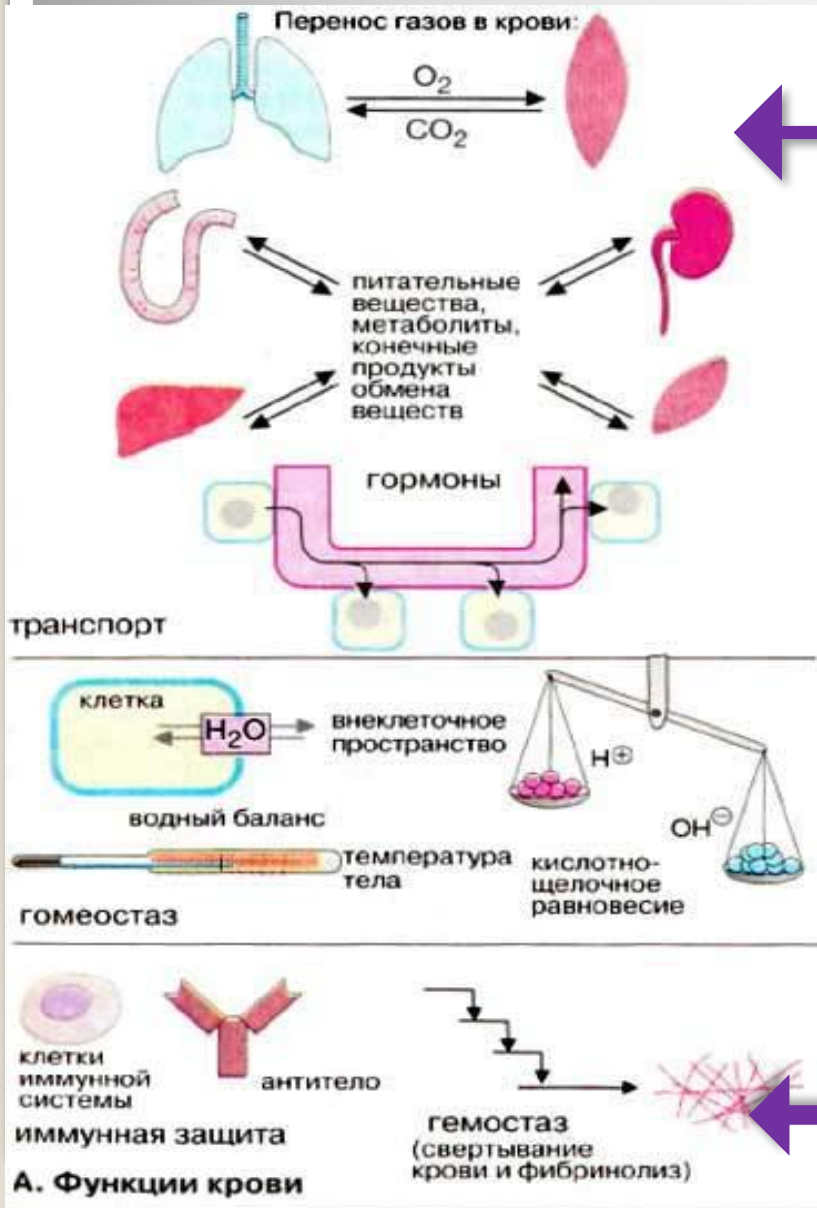
- способностью к пролиферации и продукции новых СК, т.е. самоподдержанию
- способностью ко всем видам дифференцировок, т. е. к образованию всех видов клеток крови.

**2. Класс полипотентных (коммитированные) клеток,** дифференцировочный потенциал ниже СК. Эти клетки образуют колонии в различных средах-колониеобразующими единицами (КОЕ, CFU ).

**3. Класс унипотентных клеток,** могут дифференцироваться только в направлении определенного роста.

## **КЛАССЫ КЛЕТОК-ПРЕДШЕСТВЕННИЦ КРОВЕТВОРЕНИЯ.**

# Функции крови:



1. **Транспортная:** за счет ее выполняются следующие функции:

- *Дыхательная*
- *Трофическая*
- *Выделительная*
- *Регуляторная*
- *Специально-трофическая*
- *Информационная*

2. **Гомеостатическая**

3. **Защитная**



**Общее количество крови** в организме взрослого человека составляет 6–8% от массы тела: *так у человека массой 65-70 кг количество крови (в среднем **4,5-6 л**).*

**В состоянии покоя:**

**55-60%** всей массы крови **циркулирует** в функционирующем секторе сосудистого русла (*сердце, крупные и мелкие артерии и вены, 10% капилляров*).

**40-45%** крови находится в **кровяных депо** (*селезенки, печени, легких, подкожном сосудистом сплетении*)

Функциональная система,  
поддерживающая постоянство объема  
циркулирующей крови (ОЦК)



**1. Полезный приспособительный результат** – постоянство ОЦК

**2. Рецепторы** – волюморецепторы, расположенные в сердечно-сосудистой системе, особенно в областях низкого давления

**3. Нервный центр** – находится в гипоталамо-лимбико-ретикулярных структурах и коре больших полушарий головного мозга



#### **4. Эффекторный аппарат:**

- "аварийные" - изменение работы сердца и почек, просвета сосудов, скорости кровотока, содержания воды в тканях, а также депонирование крови

- более медленные - питьевое поведение (внешний контур), процессы кроверазрушения и кровеобразования (внутренний контур).

**5. Обратная афферентация** – обеспечивает саморегуляцию.

увеличение ОЦК - **ГИПЕРВОЛЕМИЯ**

происходит после избыточного приема воды, в начале мышечной работы, при повышении температуры окружающей среды.

уменьшение ОЦК - **ГИПОВОЛЕМИЯ**

развивается: при тяжелой мышечной работе в жарких цехах, избыточном потоотделении, потере жидкости при холере, дизентерии, ожогах.

# Физико-химические характеристики крови:

- 1 - удельный вес
- 2 - вязкость
- 3 - осмотическое давление
- 4- активная реакция крови (рН)

**Удельный вес цельной крови**  
**у взрослых равен 1,050-1,060,**  
**у детей 1,060-1,080.**

*определяется в основном количеством эритроцитов . У мужчин выше, чем у женщин.*

**Удельный вес плазмы-1,025-1,034,**  
*определяется концентрацией белков.*

**ВЯЗКОСТЬ (rheo, греч. – течь)** - это свойство текучего объекта оказывать сопротивление при перемещении одной его части относительно другой благодаря возникновению сил внутреннего трения.

Между слоями движущейся крови существует напряжение сдвига ( $\tau$ ) (выражается силой, приходящейся на единицу площади) и градиент скорости ( $\gamma$ ).

$$\eta = \tau / \gamma$$

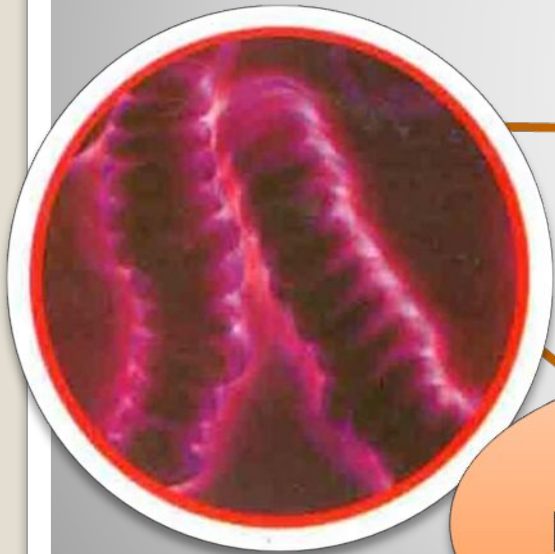
**Закон Хагена – Пуазейля:** на силы, сдвигающие слои жидкости относительно друг друга, влияют градиент давления ( $\Delta P$ ), объемная скорость кровотока ( $Q$ ), радиус ( $r$ ) и длина ( $l$ ) сосуда

$$\Delta P / Q = 8 l \eta / \pi r^4$$

Вязкость цельной крови составляет около 3-5 усл. ед., но зависит от условий измерения: концентрации фибриногена (норм. 2600 мг/л), гематокрита (40%), радиуса сосуда, линейной скорости потока и температуры (37 C).



Вязкость крови в  
сосудистой  
системе не всегда  
соответствует  
значению,  
полученному in  
vitro.



Это ухудшает  
реологические  
свойства крови

*При низкой скорости  
кровотока, в наиболее  
мелких сосудах,  
вязкость может  
увеличиваться в 10  
раз из-за обратимой  
агрегации  
эритроцитов,  
образующих  
"монетные столбики"  
или прилипающих к  
стенкам.*

## **Эффект Фареуса - Линдквиста:**

эритроциты ориентируются продольно по оси сосуда, выстраиваются в цепочку, которая легко скользит по оболочке из плазмы.

Реализуется в сосудах с диаметром менее 1 мм, способствует снижению вязкости крови, в результате чего в капиллярах она в 2 раза меньше, чем в крупных сосудах,

Вязкость крови обусловлена форменными элементами (99% - эритроцитами) и белками.  
Вязкость цельной крови - 3-5 относ. единицам плазмы - 1,9-2,3 относ. единицам.  
если вязкость воды принять за 1.

*Вязкость увеличивается при сгущении крови, вызванном потерей воды (понос, рвота, обильное потение) или стимуляцией эритропоэза, уменьшается - при ее разжижении.*

Т. О., увеличение вязкости означает увеличение нагрузки на сердце (т.е. происходит увеличение объёмов наполнения и выброса сердцем).

**Осмотическое давление** (osmos (греч.) - толчок, проталкивание) - создается всеми растворенными в плазме веществами (электролитами и неэлектролитами).

Основной вклад вносят неорганические электролиты ( 96% величины  $P_{осм}$ )., при этом 60% ее обусловлено NaCl.

$P_{осм}$  - обеспечивает переход растворителя через полупроницаемую мембрану от раствора менее концентрированного к раствору более концентрированному.

**$P_{\text{осм.}}$**  определяют криоскопически - по измерению температуры замерзания, которая тем ниже, чем выше число растворенных частиц.

**$P_{\text{осм.}}$**  крови равно 7,3 атм.(5600 мм рт. ст.), что соответствует температуре  $-0,54^{\circ}\text{C}$ .

**Физиологическое значение  $P_{\text{осм.}}$  -**  
регуляция обмена воды между клеткой и  
окружающей ее жидкостью.

Растворы, осмотическое давление которых такое же, как плазмы крови, называются

**ИЗОТОНИЧЕСКИМИ**.  $P_{\text{осм.}} = P_{\text{осм.}}$  плазмы. К ним относят **0,85- 0,90% раствор натрия хлорида и 5,5% раствор глюкозы**.

Растворы с меньшим осмотическим давлением, чем у плазмы крови, называются **ГИПОТОНИЧЕСКИМИ**

$P_{\text{осм.}} < P_{\text{осм.}}$  плазмы

а с большим - **ГИПЕРТОНИЧЕСКИМИ** -  $P_{\text{осм.}} >$

$P_{\text{осм.}}$  плазмы,

## **Осмотическая резистентность –**

способность клетки, не разрушаясь, выдерживать снижение  $P_{\text{осм.}}$  окружающей среды.

# Функциональная система, обеспечивающая постоянство $P_{осм.}$

**1. Полезный приспособительный результат** – постоянство  $P_{осм.}$

**2. Рецепторы** – осморецепторы:  
периферические (в сосудах и тканях)  
и центральные (супраоптическое ядро  
гипоталамуса)

**3. Нервный центр** – гипоталамо-  
лимбико-ретикулярные структуры



## **4.Эффекторы:**

1)питьевое и солевое поведение - поведенческий контур (имеет основное значение);

2)изменение деятельности органов выделения – внешний контур (резервный механизм);

3)изменение концентрации воды в тканях, объема циркулирующей крови, скорости кровотока, депонирование крови - внутренний контур (резервный механизм)

## **5.Обратная афферентация**



**Онкотическое ( $P_{\text{онк.}}$ )** (onkos (греч.)-масса, объем) - часть осмотического давления, создаваемая белками и другими коллоидами плазмы.

**$P_{\text{онк.}} = 0,03 - 0,04$  атм, или  
 $25 - 30$  мм рт.ст.**

80%  $P_{\text{онк.}}$  приходится на долю альбуминов, содержание которых выше, а размеры молекул меньше, чем у глобулинов и фибриногена.

**Значение  $P_{\text{онк.}}$**  - участвует в обмене воды между кровью и тканями.

В результате чего влияет на образование межклеточной жидкости, лимфы, мочи, на всасывание воды в ЖКТ.

При снижении онкотического давления крови происходит выход воды из сосудов в интерстициальное пространство, что приводит к отеку тканей.

***Кровь имеет слабощелочную реакцию, ее рН=7,35-7,45.***

**Значение активной реакции внутренней среды организма**

- зависит активность ферментов,
- интенсивность и направленность окислительно-восстановительных реакций,
- обмен белков, липидов, углеводов,
- проницаемость биологических мембран,
- сродство гемоглобина к кислороду, т.д.

Для определения активной реакции среды используют водородный показатель - **pH** (power hydrogene (англ.) - сила водорода) - количественно характеризующий кислотность водных растворов.

**pH** является отрицательным десятичным логарифмом молярной концентрации ионов  $H^+$

$$pH = - \lg [H^+]$$

**pH** артериальной крови - 7,37- 7,43

венозной крови - 7,32- 7,38

капиллярной крови - 7,36- 7,42

у детей до 6 лет - 7,30 - 7,46

внутри эритроцитов – 7,18-7,20

*pH* крови является *жесткой константой*.

В то же время, возможность нарушения кислотно-щелочного равновесия существует постоянно, (в кровь из тканей непрерывно поступают углекислота, молочная кислота и др. продукты обмена. Белковая пища способствует накоплению кислых соединений. Напротив, при усиленном потреблении растительной пищи в кровь поступают основания.

- **АЦИДОЗ** - сдвиг реакции крови в кислую сторону, обусловливается увеличением в крови водородных ионов.
- **АЛКАЛОЗ** - сдвиг реакции крови в щелочную сторону.  
Это связано с увеличением концентрации гидроксильных ионов  $\text{OH}$  и уменьшением концентрации водородных ионов.

За пределами  $pH$  от 7,0 до 7,8 нет жизни.

При тяжелой физической нагрузке в кровь выбрасывается около 90 г лактата.

Если это количество прибавить к объему дистиллированной воды, равному объему циркулирующей крови, то концентрация  $H^+$  в ней возросла бы в 40 000 раз.

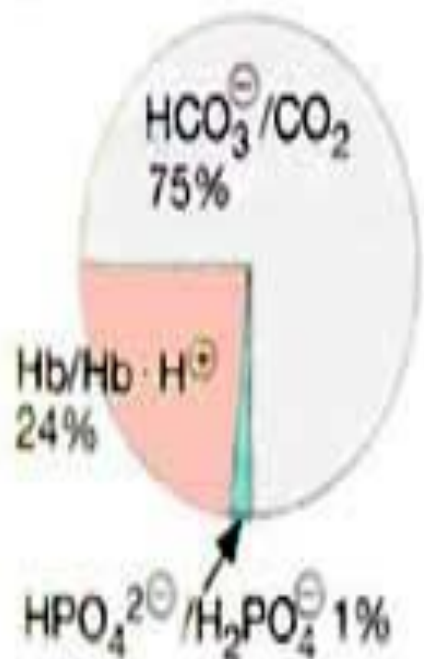
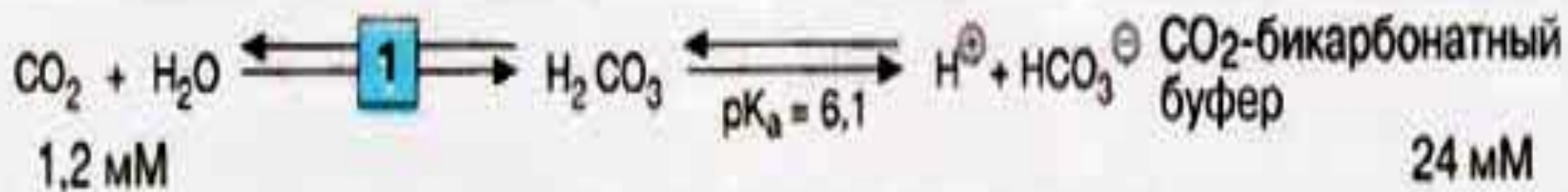
Реакция крови при этом не изменяется.

Поддержание постоянства рН достигается деятельностью соответствующей **ФУС**.

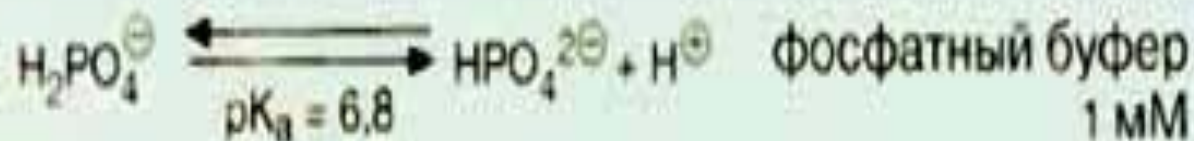
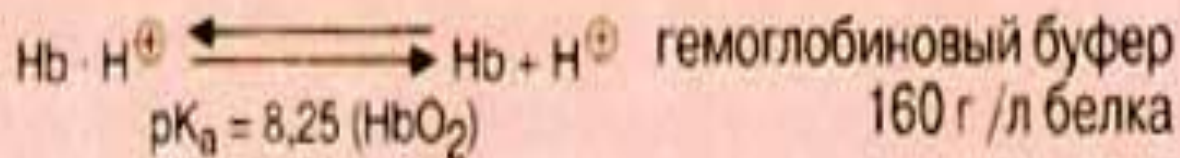
## **Главные пути поддержания рН на постоянном уровне:**

- буферные системы жидкой внутренней среды (крови);
- выделение углекислого газа легкими;
- выделение кислых или удержание щелочных продуктов почками.





Буферная емкость



**1** Карбонат-дегидратаза 4.2.1.1

Регуляцию pH осуществляют различные органы и системы (**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ БУФЕР**).

**Дыхательная система** удаляет  $\text{CO}_2$  (230 мл в 1 мин в покое), вследствие чего из крови исчезает эквивалентное количество  $\text{H}^+$ .

**Почки** активно экскретируют 40-60 ммоль  $\text{H}^+$  в день.

**Печень** – окисление органических кислот до  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ , удаление вместе с желчью продуктов обмена кислого и основного характера

**ЖКТ** - сохраняет постоянство водно-электролитного баланса

**Костная ткань** -обмен  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  на  $\text{H}^+$  и катионы внеклеточной жидкости

**Потовые железы** выводят избыток лактата.

Обычно в организме кислых продуктов образуется больше, чем щелочных. Опасность сдвига рН в кислую сторону («закисления») предотвращается тем, что запасы щелочных веществ в крови, представленные в основном щелочными солями слабых кислот, во много раз превышают запасы кислот. Поэтому эти соли рассматривают как «щелочной резерв крови». Щелочной резерв измеряют количеством  $\text{CO}_2$ (мл), которое может быть связано 100 мл крови при напряжении  $\text{CO}_2$  в плазме, равном 40 мм рт.ст.

## **Щелочной резерв крови**

**Кровяная сыворотка** - надосадочная жидкость, образующаяся после центрифугирования свернувшейся крови.

**Плазма крови** - надосадочная жидкость после центрифугирования цельной крови с **добавленными к ней антикоагулянтами** (цитратная кровь, гепаринизированная кровь).

*В отличие от плазмы в сыворотке нет ряда плазменных факторов свёртывания крови (I — фибриноген, II — протромбин, V — проакцелерин и VIII — антигемофилический фактор).*

# Плазма крови

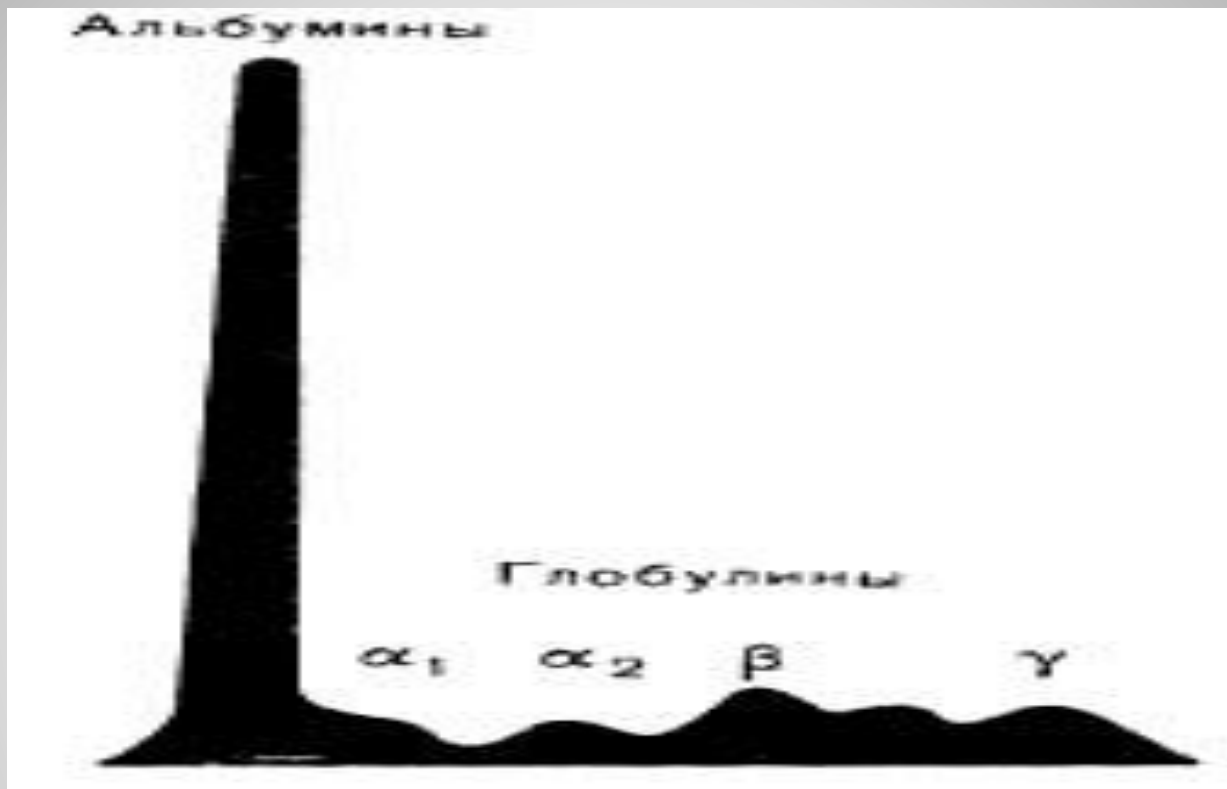
- 90-91% веса плазмы – вода
- 9-10% - сухое вещество, состоящее из белков (7-8 %) и других органических соединений и минеральных солей (2-3 %).

**90%** общего количества белков плазмы – приходится на долю **10** белков (главные), **10%** - более **100** белков (минорные или следовые).

**Молекулярная масса белков плазмы:**  
**44 000 - 1300000 Д.**

**Размеры молекул белков: 1 - 100 нм.**  
**Содержание альбуминов 4,5%,**  
**глобулинов 2-3%,**  
**фибриногена 0,2-0,4%.**

***Качественный и количественный состав белков плазмы зависит от пола, особенностей питания, характера работы.***



## **Белки плазмы крови.**

Всего их известно около 200. Общее содержание белков равно 65 – 85 г/л. Из них альбумины составляют 38 – 50 г/л, глобулины – 20 – 30 г/л и фибриноген – 2 – 4 г/л.

## Функциональная классификация.

- 1. *Белки системы свёртывания крови* (коагулянты и антикоагулянты). Обеспечивают равновесие между процессами формирования и разрушения тромба.
- 2. *Белки, участвующие в иммунных реакциях.* (Ig и белки системы комплемента). Белки комплемента (C1–C9) участвуют в неспецифической защите клеток хозяина и инициируют реакции воспаления.
- 3. *Транспортные белки* — трансферрин (железо), альбумины (жирные кислоты), аполипопротеины (холестерин), гаптоглобин (Hb), церулоплазмин (медь), транскортин (кортизол), транскобаламины (витамин **B12**) .



## **Небелковые вещества плазмы: азотсодержащие и безазотистые.**

Азотсодержащие компоненты плазмы - это

- промежуточные продукты обмена белка (мочевина, мочева к-та, креатин, креатинин),
- аминокислоты, всасывающиеся в ЖКТ.

Азот, содержащийся в этих соединениях, называется остаточным. – 30-40 мг%(14,3-28,6 ммоль\л).

Мочевина - 10-20 мг%.

Мочевой кислоты - 0,6-1,6 мг%.

Азот аминокислот - 4-8 мг%.

*Содержание остаточного азота увеличивается при недостаточности почек, нарушении оттока мочи по мочевыводящим путям, неукротимой рвоте и др.*

## Безазотистые компоненты плазмы :

### **Органические:**

глюкоза (4,4-6,7 ммоль/л),  
нейтральные жиры и липоиды,  
органические кислоты - *молочная, лимонная,  
пировиноградная и др.*

### **Неорганические:** В ОСНОВНОМ

катионы  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$   
и анионы  $Cl^-$ ,  $НРО_4^{2-}$ ,  $НСО_3^-$ .  
*более 30 минеральных солей.*

# Кровезамещающие растворы

Применяются для лечения шока, кровопотери, анемии, гнойно-септических и других заболеваний.

## Функции кровезаменителей:

- 1) заполнение кровяного русла, что обеспечивает поддержание постоянного давления в нем;
- 2) перенос питательных веществ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ;
- 3) удаление из организма токсических веществ различного происхождения.

# Кровезаменители

## Солевые:

- изотонический раствор NaCl
- раствор Рингера (содержит NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>)
- раствор Рингера-Локка (то же + глюкоза и кислород)
- раствор Тироде (то же + MgCl<sub>2</sub> и NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)

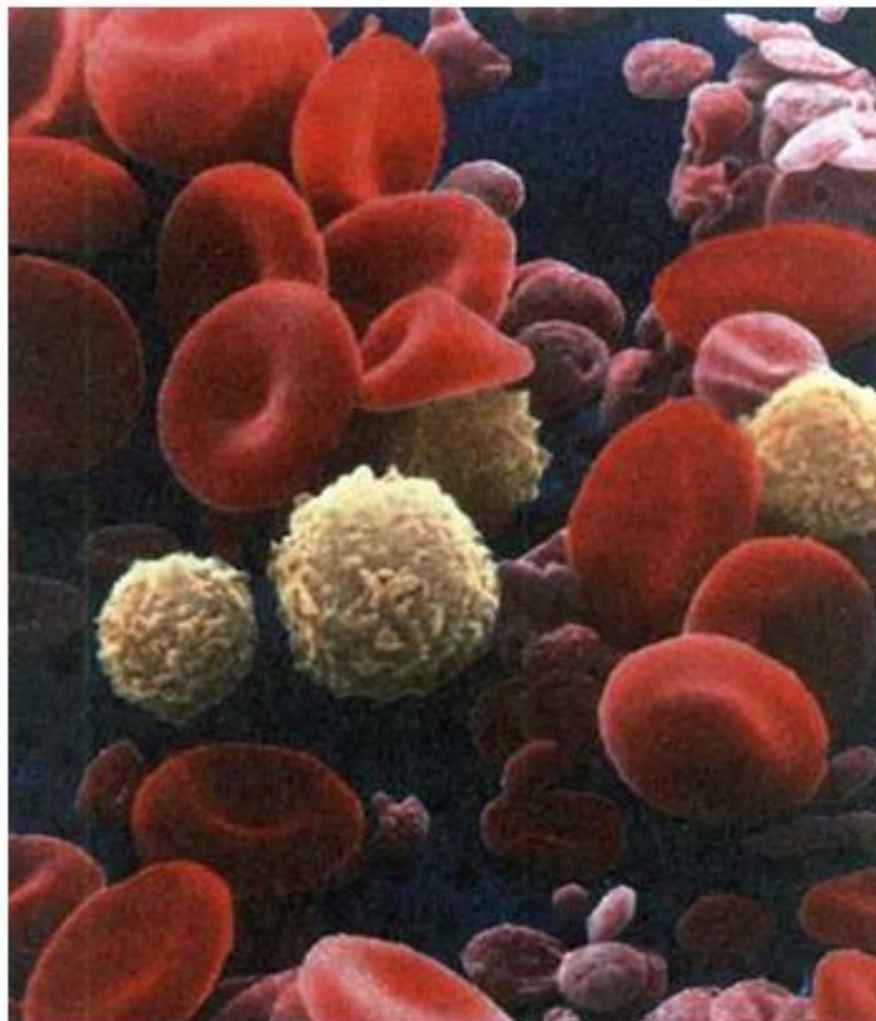
## Коллоидные:

- желатиноль
- гемодез
- реополиглюкин
- перфторан.

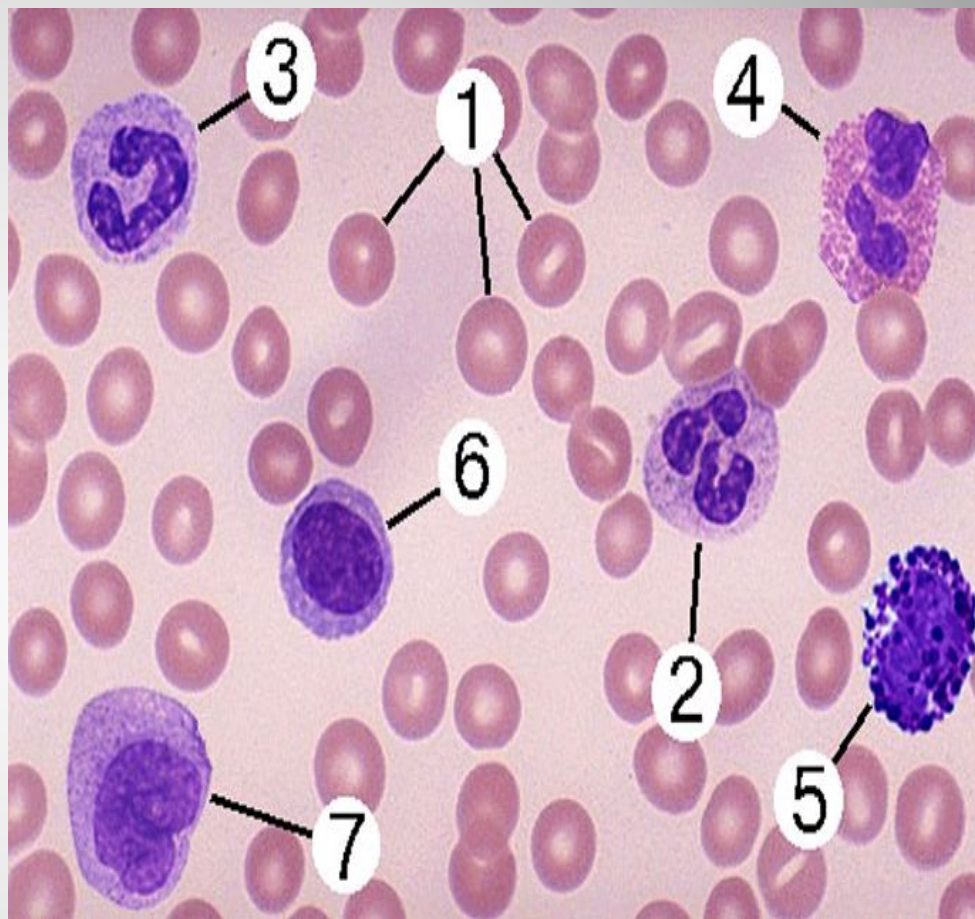
# Требования к идеальному кровезаменителю

- Изоиония-*одинаковый с плазмой состав ионов.*
- Эквилибрированность(экви - от лат. aequus - соразмерный)
- Изотония-*одинаковое с плазмой Осм*
- Наличие буферной емкости
- Содержание питательных веществ
- Газотранспортные свойства.
- Достаточно высокий молекулярный вес- *чтобы длительно удерживаться в кровеносном русле*
- Полное выведение из организма или метаболи-ческая нейтрализация
- Отсутствие анафилактогенности
- Нетоксичность, апирогенность.

**Эритроциты (красные), лейкоциты (белые) и тромбоциты (розовые).**



- 1 — эритроциты;
- 2 — нейтрофил  
сегментоядерный;
- 3 — нейтрофил  
палочкоядерный;
- 4 — эозинофил;
- 5 — базофил;
- 6 — лимфоцит;
- 7 — моноцит.

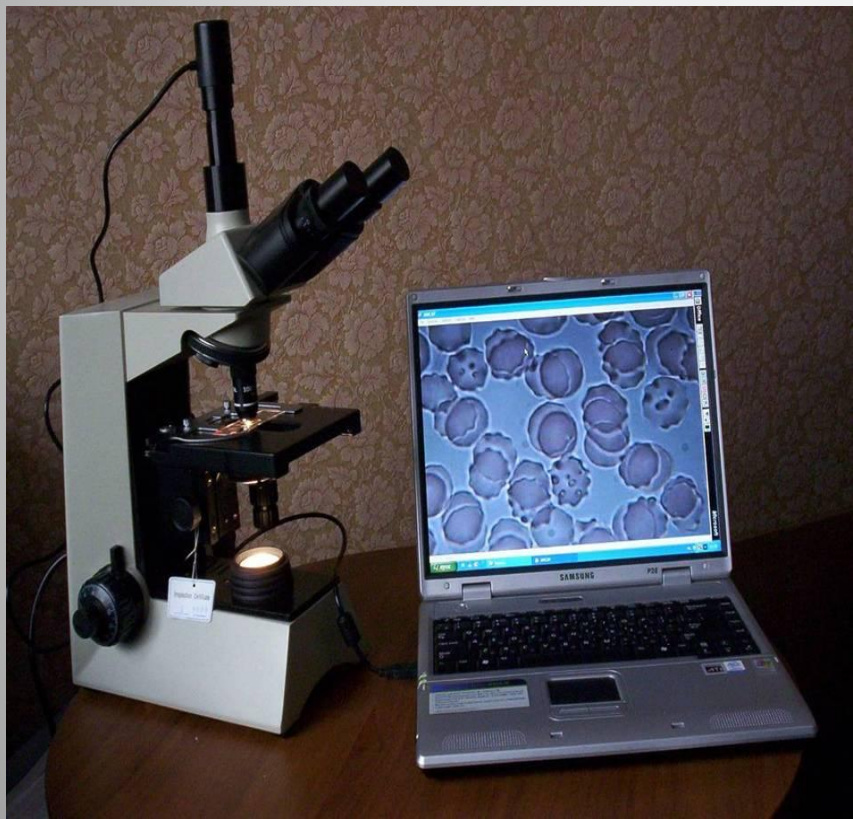


## Мазок крови

*Окраска по Романовскому–Гимзе.*

# гемосканирование

Порой на мониторе можно наблюдать настоящие сериалы, разворачивающиеся в крови человека. Пациент видит, как, например, лямблия притягивает к себе эритроциты..один, второй, пытается присоской зацепить и третий, а затем вытягивает из них питательные вещества. Эритроциты на глазах бледнеют.

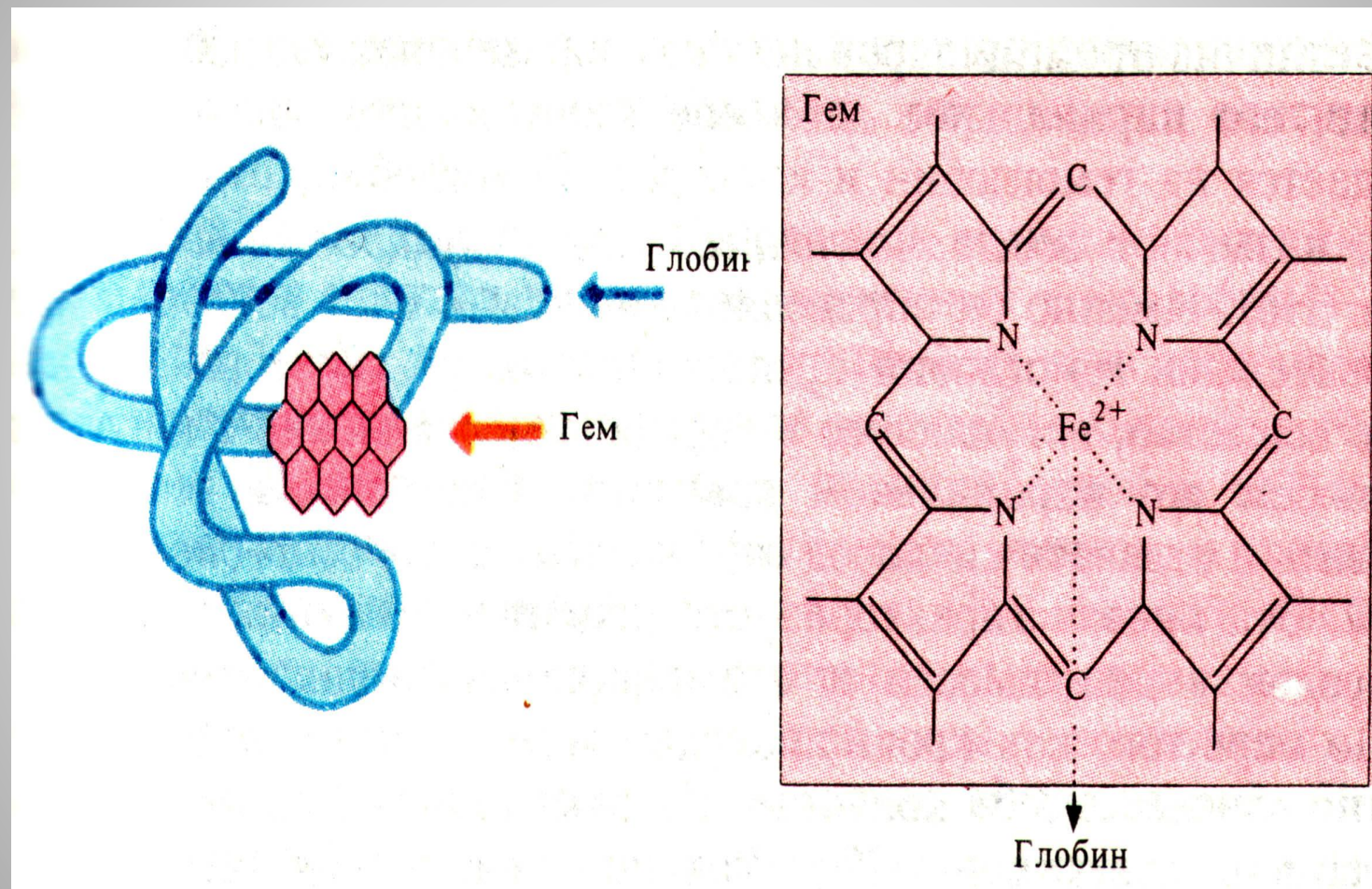




## Эритроциты

Количество в 1 л	у женщин $3,7-4,7 \times 10^{12}$ у мужчин $3,9-5,1 \times 10^{12}$
Общее содержание	25 триллионов
Место образования	Красный костный мозг,
Место разрушения	Селезенка, печень, костный мозг, другие ткани
Продолжительность жизни	120 дней
Форма	Двояковогнутый диск
Диаметр	7,2-7,5 мкм
Ядро	нет

# Гемоглобин



# Соединения гемоглобина:

## Физиологические:

**Оксигемоглобин** – с кислородом. Железо остается двухвалентным – это не окисление, а оксигенация.

1 г гемоглобина связывает 1,34 мл  $O_2$ .

**Дезоксигемоглобин** (восстановленный гемоглобин) – оксигемоглобин, отдавший кислород.

**Карбгемоглобин** ( $HbCO_2$ ) – с углекислым газом.

# Патологические соединения гемоглобина:

1. **Карбоксигемоглобин (HbCO)** – с угарным газом. Сродство гемоглобина к этому газу выше, чем к кислороду. Поэтому присутствие даже 0,1% CO в воздухе приводит к превращению 80% Hb в HbCO. Последний не способен присоединять кислород, что опасно для жизни. Помощь – вдыхание чистого кислорода.
2. **Метгемоглобин** – окисленный гемоглобин (железо становится трехвалентным). Образуется при воздействии сильных окислителей (нитриты (селитра), перманганат калия, анилин и др.).

# ГЕМОЛИЗ - процесс разрушения оболочки эритроцитов и выход гемоглобина в плазму крови.

## ВИДЫ ГЕМОЛИЗА.

- **Осмотический** - может возникнуть в гипотонической среде. Концентрация раствора NaCl, при которой начинается гемолиз (0,4 до 0,34%), носит название осмотической резистентности эритроцитов,
- **Химический**- может быть вызван хим. веществами (хлороформом, эфиром), разрушающими белково-липидную оболочку эритроцитов.
- **Биологический** - встречается при действии ядов змей, насекомых, микроорганизмов, при переливании несовместимой крови.
- **Температурный** - возникает при замораживании и размораживании крови в результате разрушения оболочки эритроцитов кристалликами льда.
- **Механический** - при сильных механических воздействиях на кровь, например встряхивании ампулы с кровью.

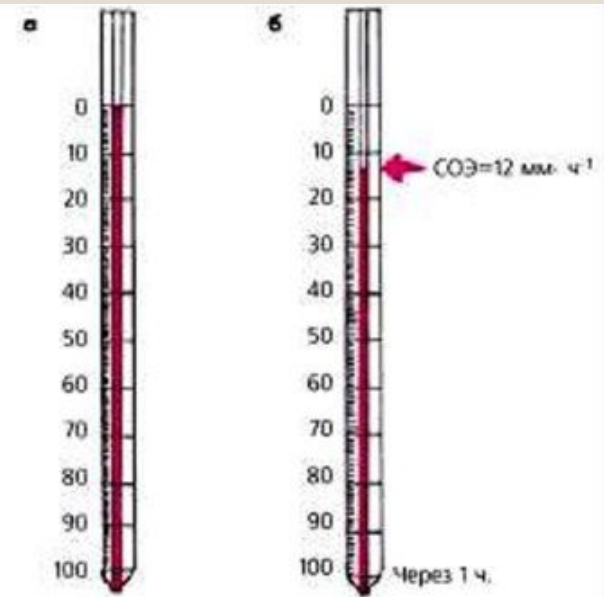
## Суспензионная стабильность эритроцитов (СОЭ)

**Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)** - мера оценки суспензионной устойчивости эритроцитов

В основе – седиментация (оседание) Э. в пробирке с цитратной кровью

Степень седиментации – результат баланса ряда факторов

- **проседиментационных** (белки, преимущественно фибриноген)
- **антиседиментационных** - отрицательный заряд мембраны Э. (дзета-потенциал)
  - его уменьшение → агрегация Э. - их оседание.



Измерение СОЭ - в капиллярных пипетках :

- 1 час - отстаивание,
- высота столбика плазмы над Э. в мм - СОЭ
- норма 2–15 мм/ч, (муж. 1 - 10 мм/ч, жен. 2 - 15 мм/ч)

# Функции Эритроцитов :

- 1) основной функцией является дыхательная – перенос кислорода от альвеол легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким;
- 2) регуляция pH крови благодаря одной из мощнейших буферных систем крови – гемоглобиновой;
- 3) питательная – перенос на своей поверхности аминокислот от органов пищеварения к клеткам организма;
- 4) защитная – адсорбция на своей поверхности токсических веществ;

## Функции Эритроцитов :

- 5) участие в процессе свертывания крови за счет содержания факторов свертывающей и противосвертывающей систем крови;
- 6) эритроциты являются носителями разнообразных ферментов (холинэстераза, угольная ангидраза, фосфатаза) и витаминов (В1, В2, В6, аскорбиновая кислота);
- 7) эритроциты несут в себе групповые признаки крови.



# Эритроцитоз

## Абсолютный

1. При снижении барометрического давления

2. У больных с хроническими заболеваниями легких и сердца

## Относительный

1. При сгущении крови (при обильном потоотделении, ожогах, холере, дизентерии)

2. При выбросе эритроцитов из селезенки (при тяжелой мышечной работе)

# Эритропения

## Абсолютная

1. Снижение образования эритроцитов

2. Усиление их разрушения

3. После кровопотери

## Относительная

При разжижении крови

# Лейкоциты

Количество в 1 л	$4-9 \times 10^9$
Общее содержание	0,03 триллиона
Место образования	Красный костный мозг, а для лимфоцитов - еще и лимф. узлы, селезенка, лимфоидная ткань кишечника и миндалин
Место разрушения	во многих тканях
Продолжительность жизни	от нескольких часов до нескольких дней и лет (лимфоциты)
Форма	Сферическая, изменяется при активном передвижении
Диаметр	В зависимости от вида 4,5-20,0 мкм
Ядро	+

# Лейкоцитарная формула здорового человека (в %)

**Гранулоциты**

**Агранулоциты**

**Нейтрофилы**

юные Палочко- Сегменто-  
ядерные ядерные

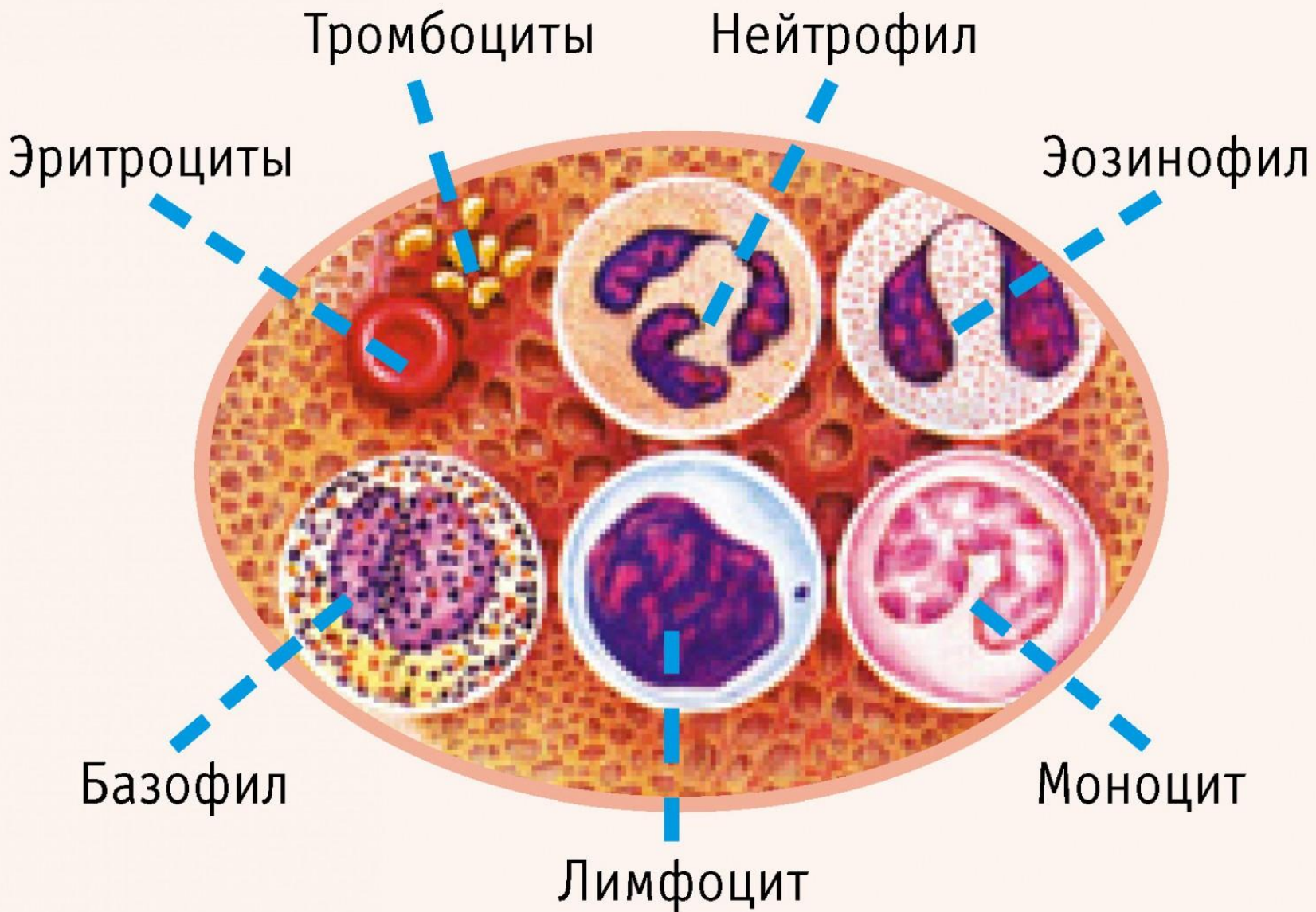
**Базофилы**

**Эозинофилы**

**Лимфоциты**

**Моноциты**

0 – 1    1 – 6    45 – 70    0 – 1    1 – 5    18 – 40    2 – 9



## ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА

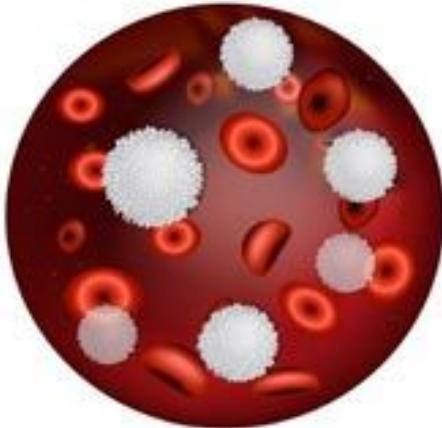
Цель исследования лейкоцитарной формулы:

- оценить состояние иммунитета
- диагностика и дифференциальная диагностика лейкозов
- определить стадию и тяжесть инфекционного заболевания
- диагностика аллергических реакций и паразитарных инвазий и оценка их тяжести (количество эозинофилов)
- дифференциальная диагностика вирусных и бактериальных инфекций

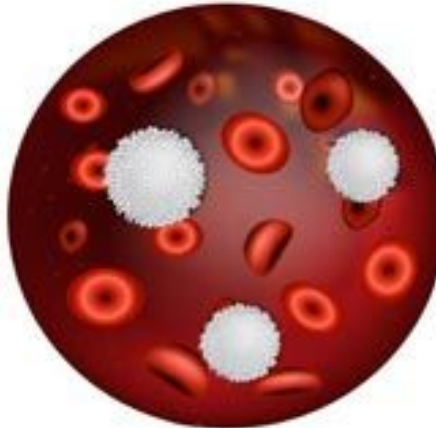
**Диагностическое значение лейкоцитарной формулы заключается в том, что она дает представление о тяжести заболевания и эффективности проводимого лечения**

# Количество лейкоцитов

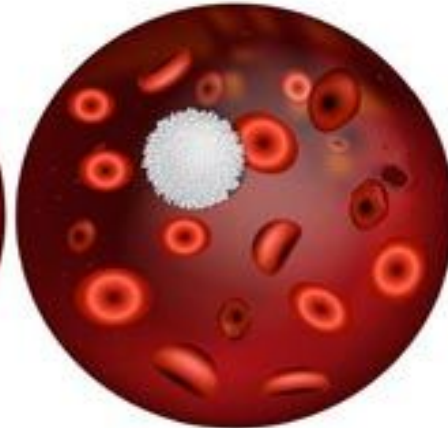
Лейкоцитоз



Норма



Лейкопения



**Физиологический**

- Пищеварительный
- Миогенный
- При беременности

**Патологический**

- При инфекционных заболеваниях

**Физиологическая**

- При глубоком сне
- Голодании

**Патологическая**

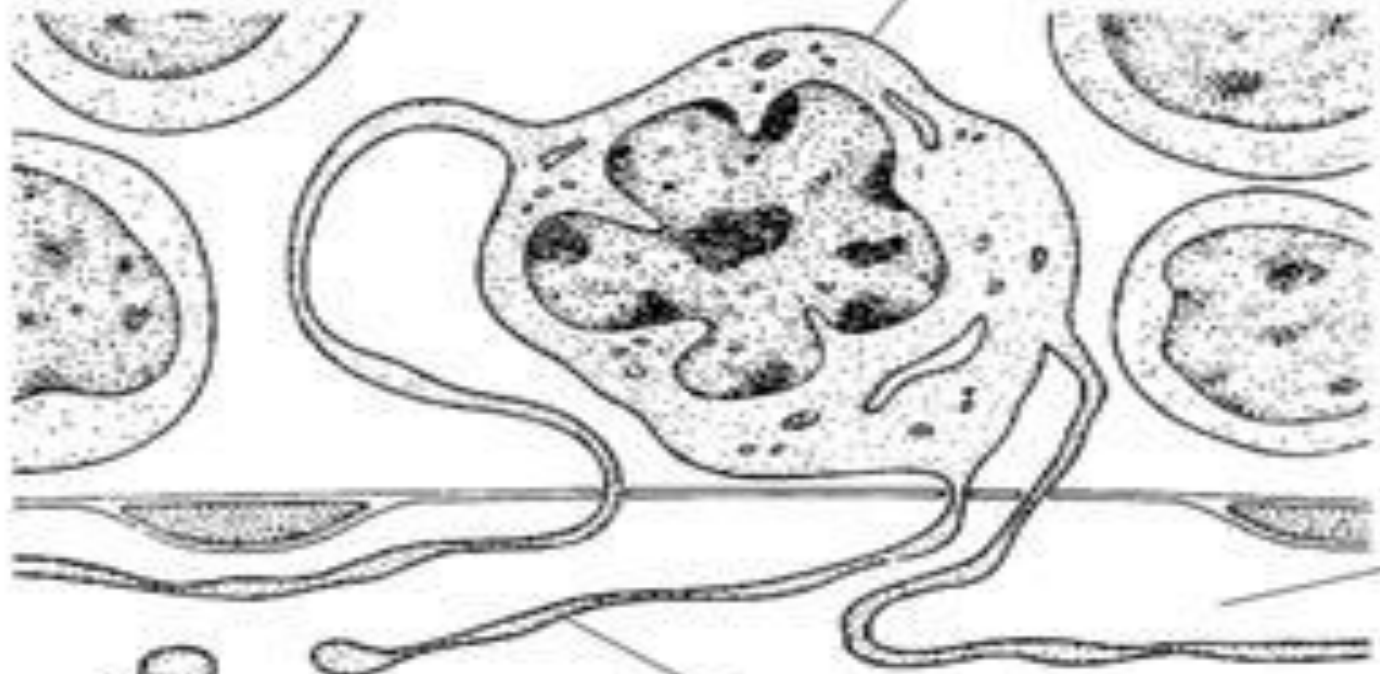
- При лучевой болезни

# Тромбоциты

Количество в 1 л	$200-400 \times 10^9$
Продолжительность жизни	8-12 суток
Количество, погибающее за сутки	250 миллиардов
Место образования	Красный костный мозг
Место разрушения	в клетках системы макрофагов



Мегакариоцит



Кровь

Тромбоцит

Отросток мегакариоцита  
в просвете синусоидного  
капилляра

## **Свойства тромбоцитов:**

1. амебовидная подвижность
2. фагоцитоз
3. прилипание к чужеродной поверхности и склеивание между собой
4. легкая разрушаемость
5. выделение и поглощение БАВ: серотонин, адреналин, норадреналин
6. содержат в себе специфические соединения для свертывания крови

## **Функции тромбоцитов:**

1. Активное участие в образовании тромба
2. Участие в остановке кровотечения (гемостаз)
3. Защитная за счет склеивания микробов (агглютинация)
4. Выработка ферментов для остановки кровотечения
5. Транспорт креативных веществ, сохраняющих структуру сосудистой стенки
6. Оказывают влияние на состояние гистогематических барьеров между кровью и тканевой жидкостью путем изменения проницаемости стенок капилляров

## ФУНКЦИИ ТРОМБОЦИТОВ

- ◆ Гемостатическая (адгезия и агрегация, ведущие к образованию тромба в сосудах микроциркуляции)
- ◆ Ангиотрофическая (влияют на структуру и состояние сосудов микроциркуляторного русла, питают эндотелиальные клетки капилляров)
- ◆ Регуляция сосудистого тонуса (выделение вазоконстрикторов: серотонин в гранулах тромбоцитов и др.)
- ◆ Источник тромбоцитарных факторов свертывания крови
- ◆ Источник тромбоксана  $A_2$ , вызывающего агрегацию тромбоцитов и спазм кровеносных сосудов
- ◆ Инициирование репаративных процессов

# Тромбоцитарные заболевания включают:

1. Аномальное увеличение тромбоцитов (тромбоцитемия и реактивный тромбоцитоз)
2. Уменьшение тромбоцитов (тромбоцитопения)
3. Тромбоцитарную дисфункцию

Любое из этих условий, даже те, при которых тромбоциты увеличиваются, может вызвать неправильное строение гемостатической пробки и кровотечение.

<b>Тромбоцитопения</b>	<b>PLT</b>	<b>Симптомы</b>
<b>Незначительная</b>	<b>149 - 100</b> x10 <sup>9</sup> /л	Проявлений нет
<b>1 степень</b> лёгкая	<b>99 - 50</b> x10 <sup>9</sup> /л	<b>Синдром лёгкой кровоточивости:</b> синяки при незначительных ушибах, точечные кровоизлияния (кожные геморрагии) при трущей тело одежде, на месте сдавления резинкой. Склонность к носовым кровотечениям, долгим менструациям. Удлиняется (>5 мин) время кровотечения (во время незначительных порезов, удаления зуба и т.п.)
<b>2 степень</b> средней тяжести	<b>50 - 30</b> x10 <sup>9</sup> /л	Кровоточивость нарастает.
<b>3 степень</b> тяжёлая	<b>&lt;20 - 30</b> x10 <sup>9</sup> /л	<b>Геморрагический синдром:</b> петехии (красные, фиолетовые пятна на коже). Возможны кровотечения из дёсен, носа, матки, желудочно-кишечные, почечные. Спонтанные кровоизлияния в слизистые, в конъюнктиву. Опасность кровоизлияния в мозг. Время кровотечения значительно удлинено.



## Петехии (твёрдого нёба) при иммунной тромбоцитопении

Петехии – это небольшие красные пятна, которые видны на нёбе этого пациента.

Фотобанк д-ра P.MARAZZI/SCIENCE PHOTO LIBRARY

РАСШИФРОВКА АНГЛИЙСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕГО АНАЛИЗА КРОВИ

WBC - лейкоциты  
RBC - эритроциты  
HGB - гемоглобин  
HCT - гематокрит  
PLT - тромбоциты

Эритроцитарные индексы (MCV, MCH, MCHC):

MCV — средний корпускулярный объем эритроцита  
MCH — Цветной показатель крови  
MCHC — средняя концентрация гемоглобина в эритроците норма 320—370 г/л,

Тромбоцитарные индексы (MPV, PDW, PCT):

Примечание:

# абсолютное содержание  
% относительное содержание

Лейкоцитарные индексы:

LYM% (LY%) - лимфоциты.  
MXD% - смесь моноцитов, базофилов и эозинофилов, норма 5 – 10%,  
MXD# — норма 0,2-0,8 x 10<sup>9</sup>/л.  
NEUT%, NEUT# нейтрофилы.  
MON#, MON моноциты  
EO# ,EO% —эозинофилы.  
BA#,BA% — базофилы.  
IMM# , IMM% — незрелых гранулоцитов.  
ATL# ,ATL% — атипичные лимфоциты.  
GR# , GR% —гранулоциты.

Эритроцитарные индексы:

RBC/HCT, HGB/RBC, HGB/HCT, RDW, RDW-SD, RDW-CV, P-LCR,  
ESR (СОЭ) (скорость оседания эритроцитов)

Из стандартного бланка анализа можно узнать какими должны быть нормальные показатели анализа крови, но этого часто бывает недостаточно для определения патологии. Важно знать, как именно превышение или падение показателя сказывается на физиологии организма. Важно помнить, что кроме стандартных данных анализа крови для взрослых мужчин и женщин есть ещё самостоятельные показатели и варианты нормы для детей, причем в каждом возрасте отдельно, для беременных, для людей преклонного возраста

Кровь знает больше человека и помнит  
сокровенные тайны мироздания.

Максимилиан Волошин

