

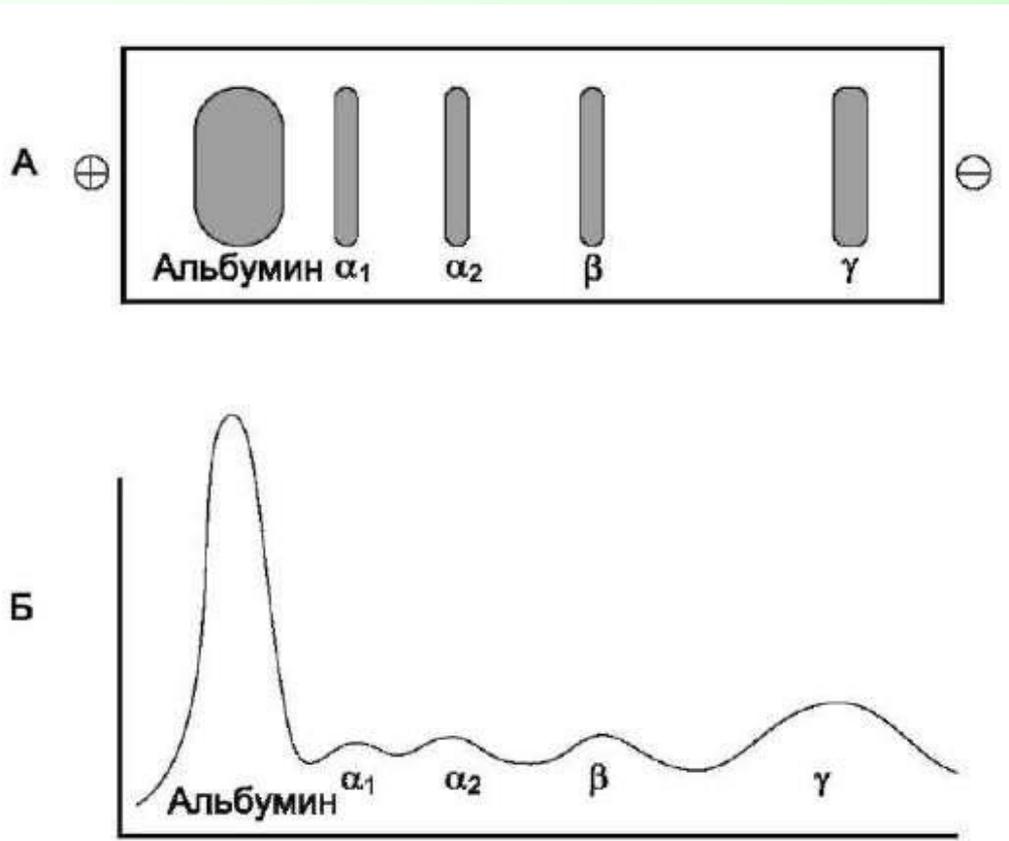
A microscopic view of several red blood cells (erythrocytes) against a black background. The cells are biconcave discs, appearing as reddish-orange spheres with a darker center. They are scattered across the frame, with some showing more detail of their surface texture.

# Функциональная система КРОВИ

- **ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА** (*К. Бернар*)  
совокупность жидкостей — кровь, лимфа, тканевая, цереброспинальная, суставная, плевральная и др., которые омывают клетки и окологлеточные структуры тканей, принимая тем самым непосредственное участие в осуществлении обменных реакций организма.
- **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КРОВИ** (*Г.Ф. Ланг, 1939 г.*) включает в себя:
  - ***кровь***
  - ***регулирующий ее нейрогуморальный аппарат***
  - ***органы, в которых происходит образование элементов крови***
  - ***органы, в которых происходит разрушение элементов крови***

- **КРОВЬ** - это ткань, состоящая из жидкой части - плазмы и взвешенных в ней клеток (форменных элементов).
- *У человека количество крови составляет приблизительно 6 - 8% массы тела (4 - 6 л).*
- **ПЛАЗМА** — жидкая часть крови, состоящая из растворенных в воде солей, белков, углеводов, биологически активных соединений, а также  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ .
- *Сыворотка - плазма без фибриногена..*
- **В ПЛАЗМЕ СОДЕРЖИТСЯ**
  - Воды - около 90%
  - Белков - 7-8%
  - Других органических веществ - 1,1%
  - Неорганических компонентов - 0,9%

# Электрофоретическое фракционирование белков плазмы крови



Методом электрофореза на ацетилцеллюлозе или геле агарозы белки плазмы крови можно разделить на

альбумины (55-65%),  
 $\alpha_1$ -глобулины (2-4%),  
 $\alpha_2$ -глобулины (6-12%),  
 $\beta$ -глобулины (8-12%)  
и  $\gamma$ -глобулины (12-22%)

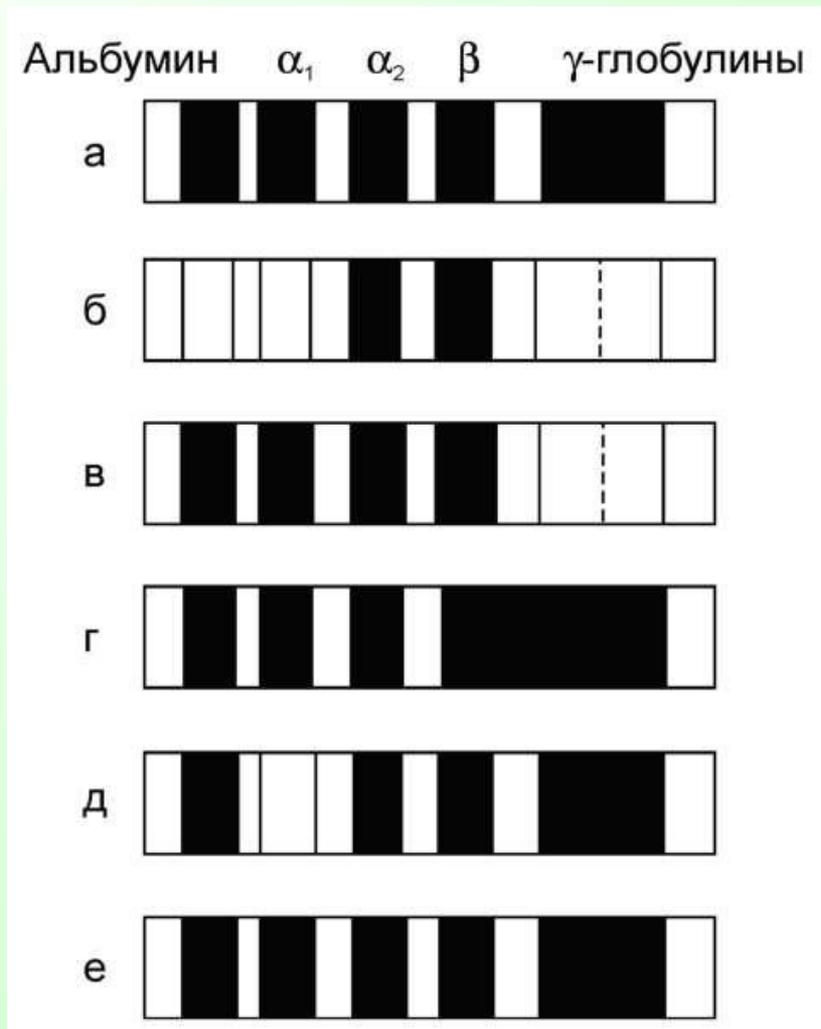
Применение других сред позволяет обнаружить большее количество фракций (до 16-30)

# Протеинограммы белков сыворотки крови

## крови

При ряде заболеваний происходит изменение соотношения распределения белковых фракций при электрофорезе по сравнению с нормой.

- а - в норме;
- б - при нефротическом синдроме;
- в - при гипогаммаглобулинемии;
- г - при циррозе печени;
- д - при недостатке  $\alpha_1$ -антитрипсина;
- е - при диффузной гипергаммаглобулинемии.



## Белки плазмы крови

## Функции

Альбумины

поддержание онкотического давления  
связывание тироксина  
транспортная функция  
белковый резерв

$\alpha_1$ —Глобулины

транспорт липидов (фосфолипидов)

$\alpha_2$ —Глобулины

обладают оксидазной активностью  
связывают медь  
ингибирует плазмин и протеиназы  
связывают гемоглобин и препятствует его  
выделению с мочой

$\beta$ —Глобулины

транспорт железа

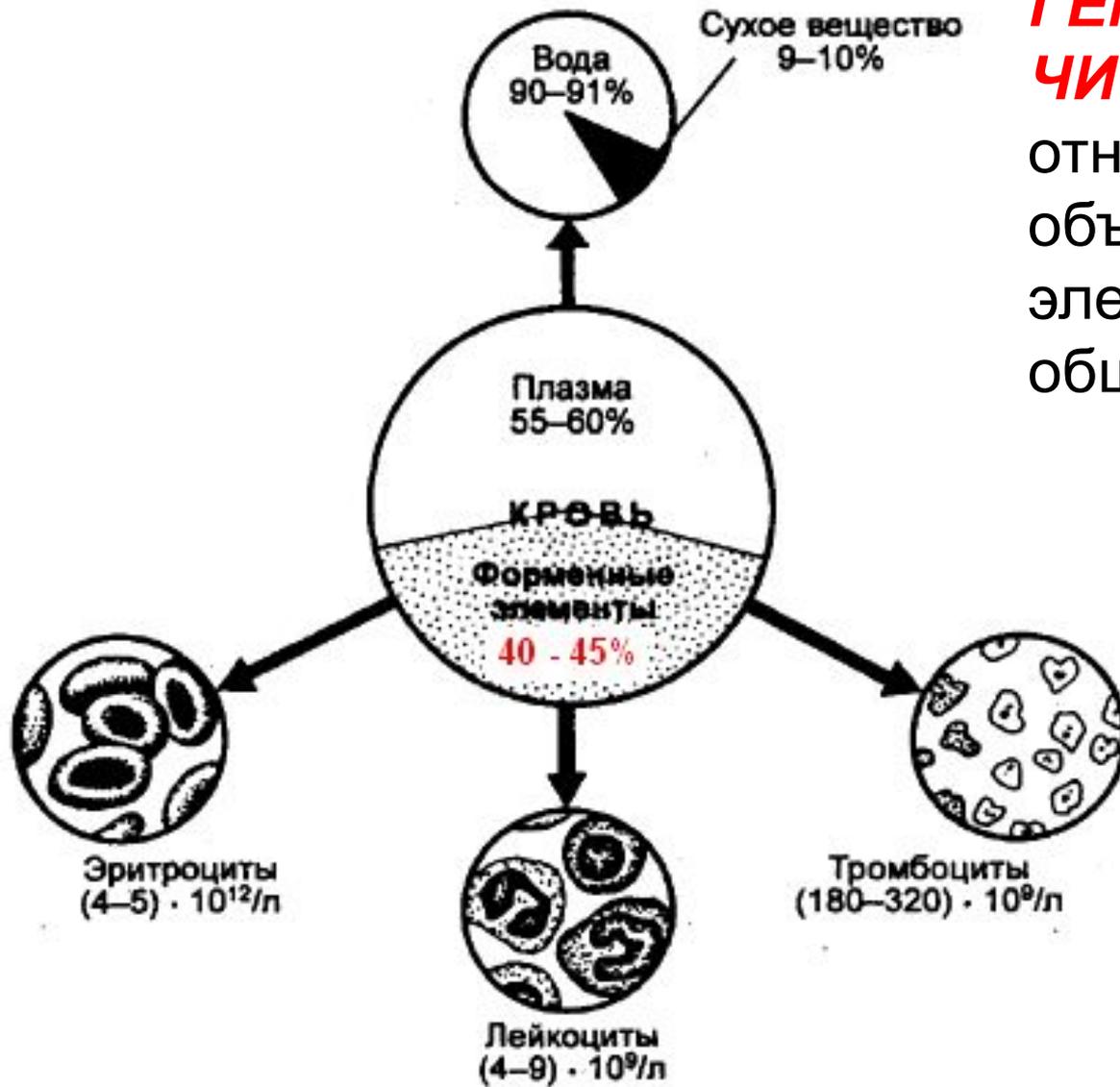
$\gamma$ —Глобулины

транспорт липидов (холестерина)  
иммуноглобулины (IgG, IgA, IgE) - антитела  
против бактериальных антигенов и  
чужеродных белков  
(IgM) - изогемагглютинины

Фибриноген

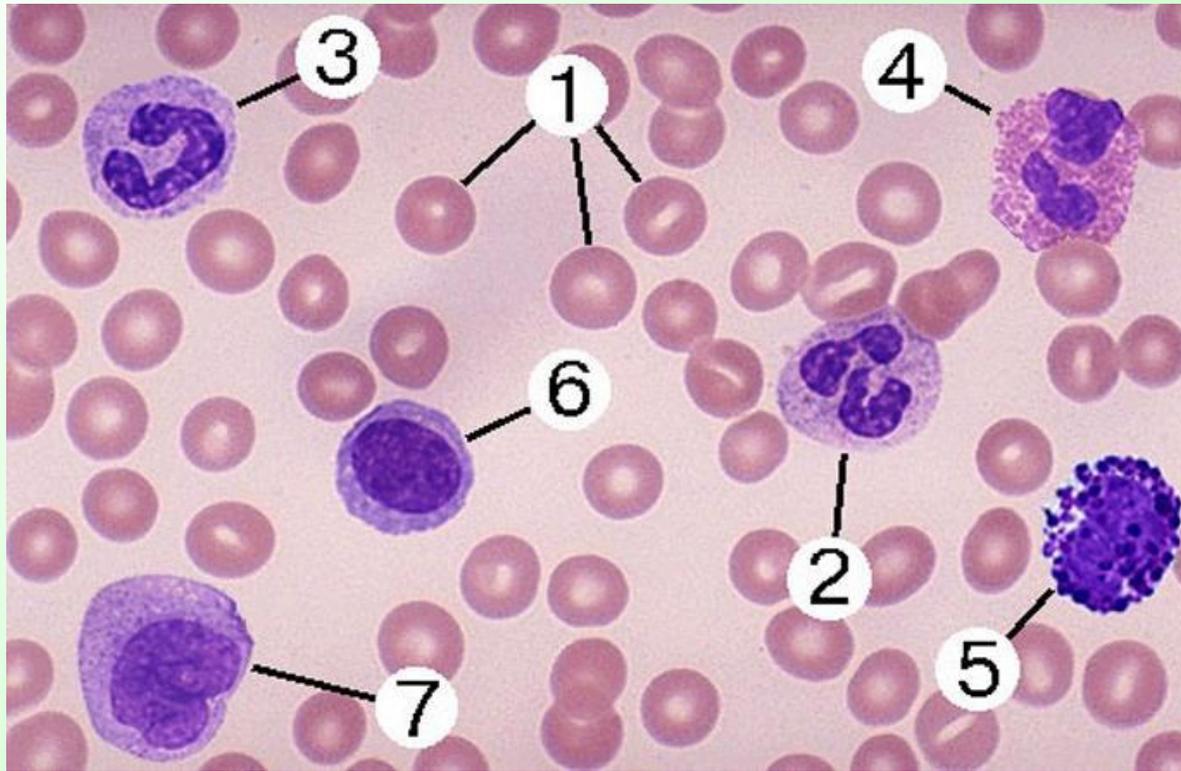
свертывание крови

- СОЭ зависит от соотношения **альбумин/глобулины** (альбумин-глобулиновый коэффициент) и содержания **фибриногена**.
- СОЭ – скорость оседания эритроцитов
  - у мужчин **3-6 (5-9)** мм/ч,
  - у женщин **2-5 (8-10)** мм/ч.
- **Повышают СОЭ:**
  - воспалительные процессы
  - беременность (до 45 мм)
- **Снижают СОЭ:**
  - у новорожденных
  - при усиленных мышечных тренировках



**ГЕМАТОКРИТНОЕ ЧИСЛО** (гематокрит) – отношение суммарного объема форменных элементов крови к общему объему крови (%)

# ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ



- 1 - эритроциты
- 2 - сегментоядерный нейтрофил
- 3 - палочкоядерный нейтрофил
- 4 - эозинофил
- 5 - базофил
- 6 - лимфоцит
- 7 - моноцит
- 8 - *тромбоциты*

*Мазок крови. Окраска по Романовскому–Гимзе*

- ***ВСЕ ФУНКЦИИ КРОВИ ОСУЩЕСТВЛЯЮТСЯ БЛАГОДАРЯ ЕЕ ДВИЖЕНИЮ***

- **ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ КРОВИ**

- 1) дыхательная

- 2) трофическая

- 3) экскреторная

- 4) гомеостатическая

- 5) регуляторная

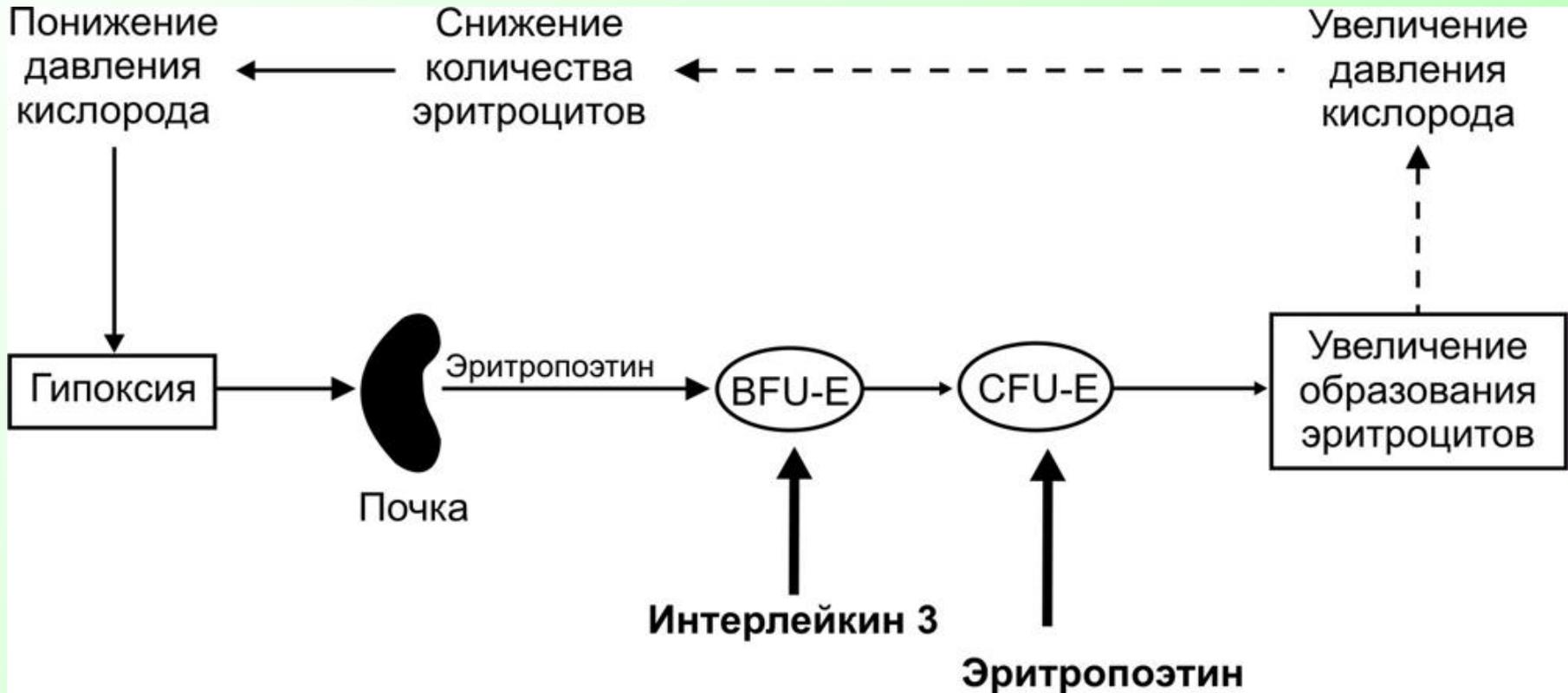
- 6) формирование креаторных связей

- 7) терморегуляционная

- 8) защитная

- **Дыхательная функция** - представляет собой процесс переноса кислорода из органов дыхания к тканям и углекислого газа в обратном направлении.
  - Эритроциты ( $O_2$ ,  $CO_2$ ), Hb – **140-160 г/л**
  - Плазма ( $CO_2$ )
- **Эритрон** (У. Касл) – общее количество эритроцитов, находящихся в циркулирующей крови ( $4,5 \cdot 10^{12} — 5 \cdot 10^{12}$ ), в кровяных депо и костном мозге =  **$25 \cdot 10^{12} — 30 \cdot 10^{12}$** .
- **Кислородная емкость** - количество кислорода, связываемое 1 см<sup>3</sup> крови ( **$0,190 \text{ см}^3 O_2$** ).
- **Гемолиз** - процесс разрушения эритроцитов, при котором гемоглобин выходит из них в плазму.
- **Эритроцитоз** - увеличение количества эритроцитов в крови.
- **Эритропения** - уменьшение количества эритроцитов в крови.

# ЭРИТРОПОЭЗ



Длительность эритропоэза - 2 недели.

Основной стимул для выработки эритропоэтина - **ГИПОКСИЯ**.

Стимуляторы: **андрогены, тироксин, гормон роста**.

Ингибиторы: **эстрогены**

# **Защитная функция: иммунитет и гемостаз**

## ***Функции лейкоцитов:***

- *Защитная*
- *Регенеративная*
- *Транспортная*

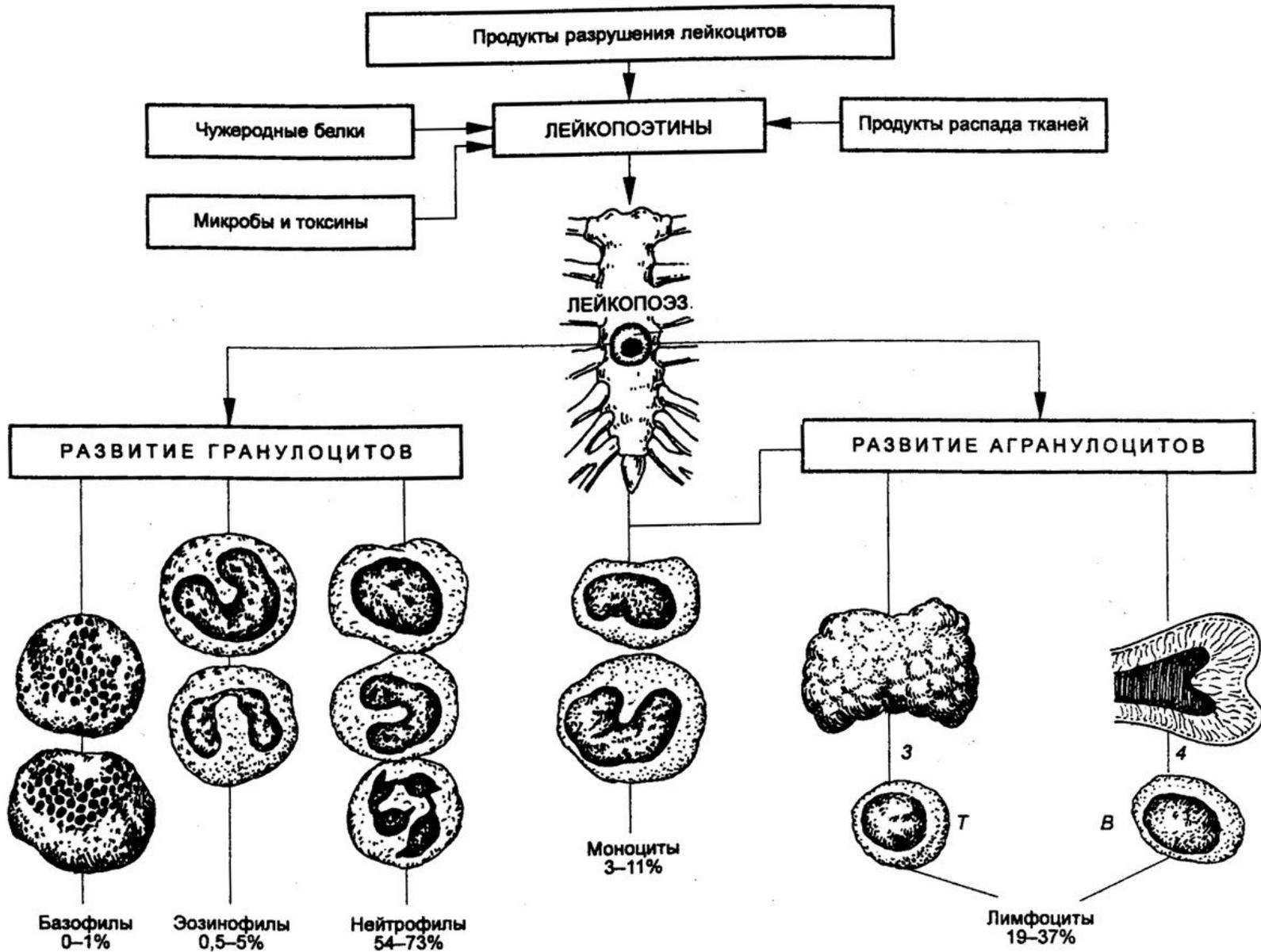
***Иммунитет – способность организма защищаться от генетически чужеродных тел и веществ.***

- *Врожденный и приобретенный*
- *Клеточный и гуморальный*
- *Специфический и неспецифический*

# Фагоцитоз



# ЛЕЙКОПОЭЗ



- **Лейкоцитоз** – увеличение количества лейкоцитов в крови.
  - физиологический (перераспределительный)
  - патологический (реактивный)
- **Лейкопения** – уменьшение количества лейкоцитов в крови.
  - вторичных иммунных дефицитах
  - лимфогранулематозе
  - тяжелых вирусных заболеваниях
  - приеме кортикостероидов
  - злокачественных новообразованиях
  - почечной недостаточности
  - недостаточности кровообращения

**Лейкоцитарная формула (лейкограмма)** – это количественные соотношения (%) всех указанных видов лейкоцитов периферической крови.

Вправо



<i>Юные нейтро- филы</i>	<i>Палочко- ядерные нейтро- филы</i>	<i>Сегменто- ядерные нейтро- филы</i>	<i>Эо- зи- но- фи- лы</i>	<i>Ба- зо- фи- лы</i>	<i>Лим- фо- ци- ты</i>	<i>Мо- но- ци- ты</i>
<b>0</b>	<b>1- 6</b> (2-4)	<b>47- 72</b> (47-67)	<b>0,5 - 5</b>	<b>0 - 1</b>	<b>19 - 37</b> (25-35)	<b>3 -11</b> (2-6)

Влево



# **ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ НЕЙТРОФИЛОВ И ЛИМФОЦИТОВ**

# ГЕМОСТАЗ (ОСТАНОВКА КРОВОТЕЧЕНИЯ)

I	Фибриноген
II	Протромбин
III	Тканевой фактор
IV	Ca <sup>2+</sup>
V, VI	Ас-глобулин, проакцелерин
VII	Проконвертин
VIII	Антигемофильный глобулин А
IX	Фактор Кристмаса, антигемофильный глобулин В
X	Фактор Стюарта–Прауэр
XI	Плазменный предшественник тромбопластина
XII	Фактор Хагемана
XIII	Фибринстабилизирующий фактор, фибриназа, плазменная трансглутаминаза, фибринолигаза
XIV	Белок С

- ***В гемостатической реакции принимают участие:***
  - окружающая сосуд ткань,
  - стенка сосуда,
  - плазменные факторы свертывания крови,
  - все клетки крови, особенно тромбоциты

# Система РАСК

**Система регуляции агрегатного состояния крови (РАСК) обеспечивает:**

1. Сохранение жидкого состояния крови в нормальных условиях.
2. Свертывание крови для остановки кровотечения.
3. Поддержание целостности стенок сосудов и их восстановление после повреждений

# Первый этап Сосудисто - тромбоцитарный гемостаз



# Второй этап. Ферментативный коагуляционный гемостаз

Фаза 1.

**Внутренний  
путь**

5-10 мин

Плазменные факторы +  
каталитическая  
поверхность коллагена



**Внешний  
путь**

20-30 с

Плазменные факторы +  
тканевой фактор



**Образование протромбиназы**

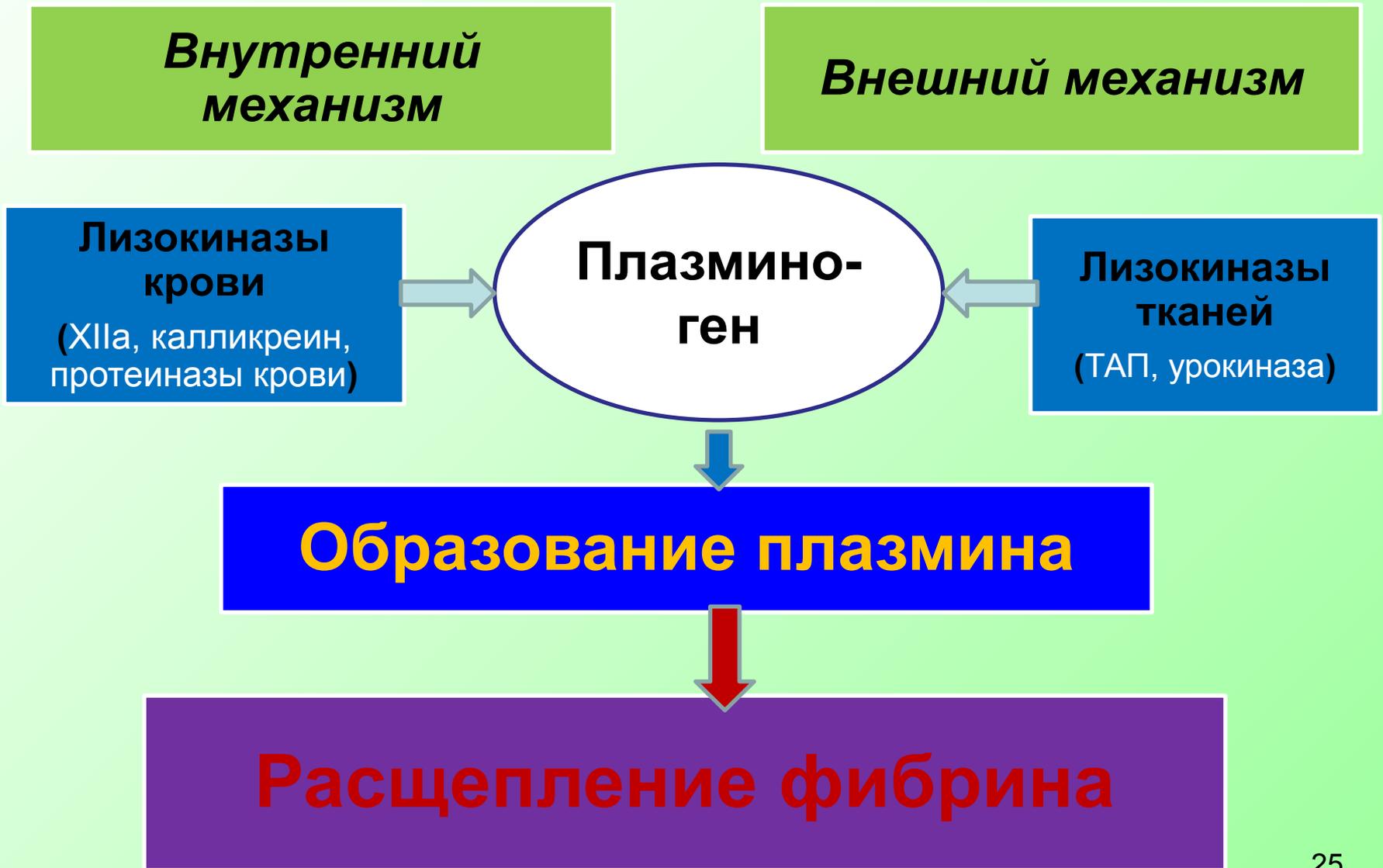
# Второй этап. Ферментативный коагуляционный гемостаз



## Второй этап. Ферментативный коагуляционный гемостаз



# Третий этап. Фибринолиз



# Нейрогуморальная противосвертывающая система

- повышенный уровень тромбина воспринимается **хеморецепторами сосудистого русла**
- передается структурам **продолговатого мозга** (парасимпатический отдел)
- в кровь рефлексорно выбрасываются **гепарин и активаторы фибринолитического процесса**

# ПРОТИВОСВЕРТЫВАЮЩИЕ МЕХАНИЗМЫ

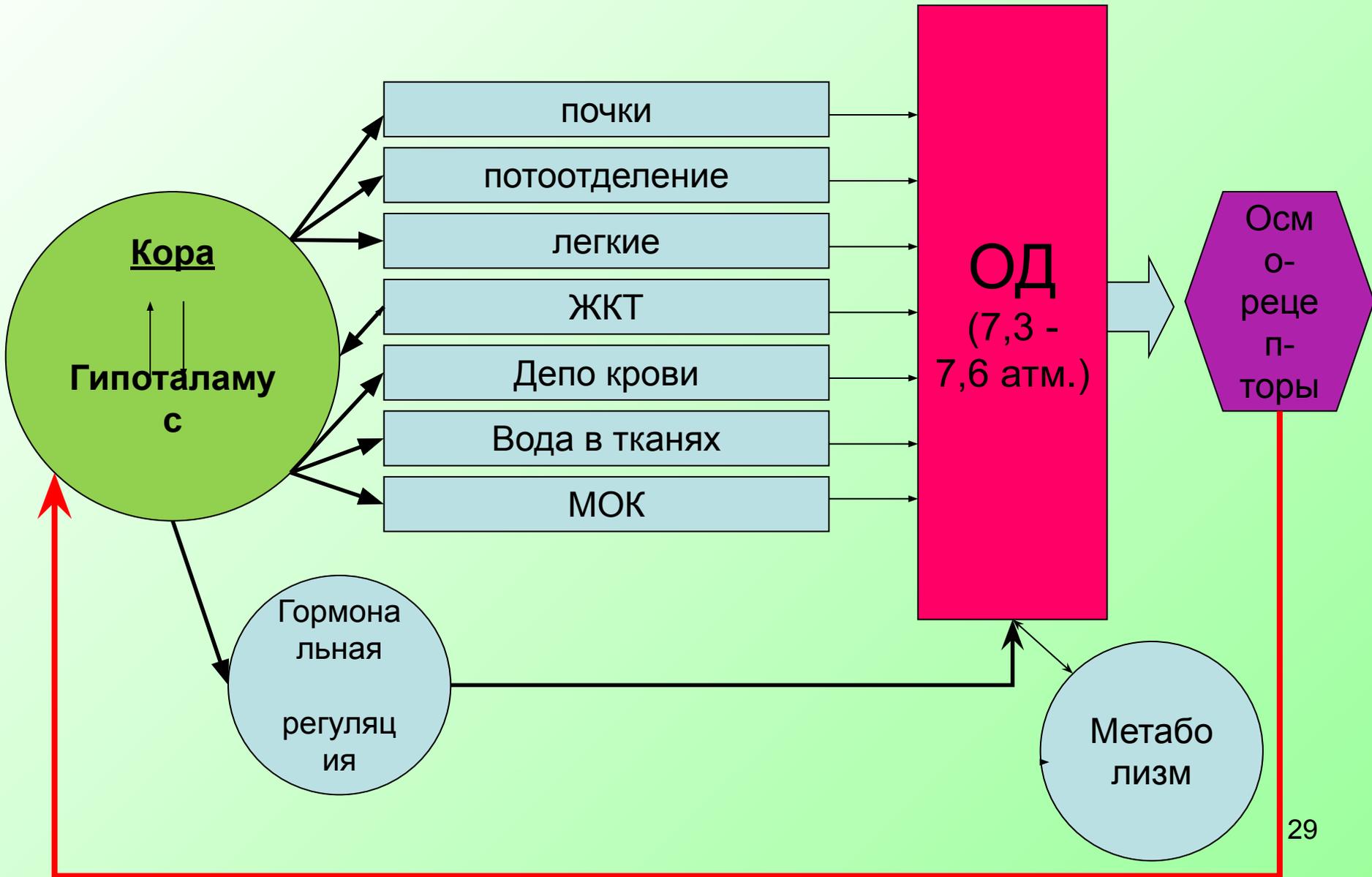
- ***Антитромбопластин*** - ингибитор фактора XII и ингибитор превращения протромбина в тромбин.
- ***Гепарин*** (в тучных клетках тканей и базофилах) - ингибитор превращения протромбина в тромбин, препятствует образованию тромбoplastина, угнетает процесс образования фибрина.
- ***ингибитор фактора VII***
- ***ингибитор фактора X***
- ***антитромбины*** - разрушают тромбин
- ***клетки мононуклеарной фагоцитарной системы***

# ФИЗИКО—ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ

1. **Плотность** (зависит от содержания в ней форменных элементов, белков и липидов) - составляет у человека **1,060—1,064 г/мл.**
2. **Вязкость** крови (зависит содержания в крови эритроцитов и белков) в **3 - 6** раз больше вязкости.
3. **Осмотическое давление** - сила движения растворителя через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный - составляет у человека **7,3 – 7,6** атм. (**5600 мм рт. ст.**, или **745 кПа**).

Осмотическое давление определяет соотношение воды между тканями и клетками и зависит от содержания солей (**0,9% NaCl**)

# Функциональная система поддержания осмотического давления крови



4. **Онкотическое давление** - осмотическое давление, создаваемое белками плазмы крови (**30 мм рт. ст.**).

*Онкотическое давление является фактором, способствующим переходу воды из тканей в кровяное русло или обратно.*

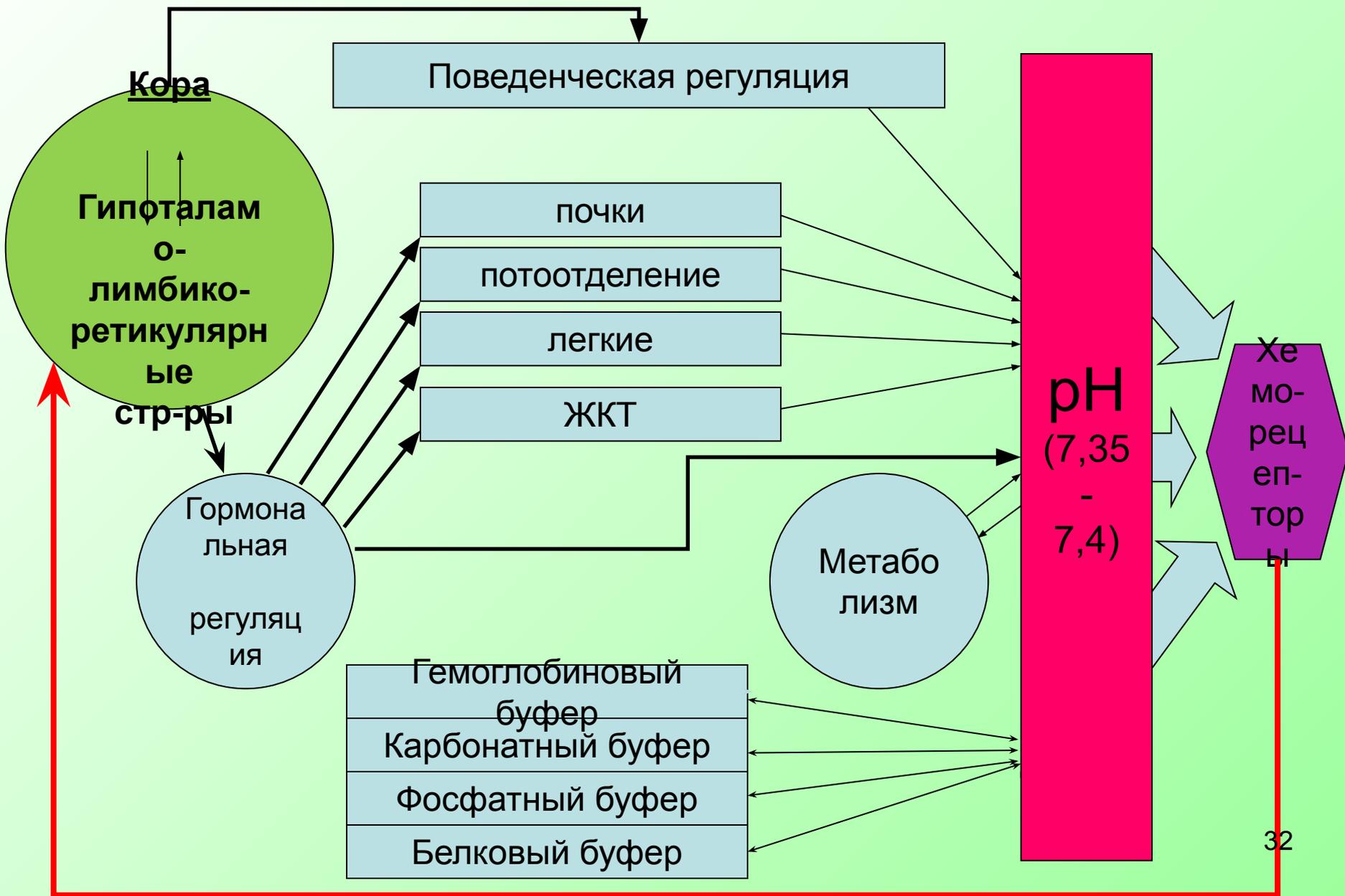
5. **Активная реакция крови (рН)** - определяется концентрацией водородных ( $H^+$  и гидроксильных ( $OH^-$ ) ионов, является отрицательным десятичным логарифмом концентрации водородных ионов (составляет **7,35 - 7,40 (7,47)**).

*Крайние совместимые с жизнью пределы **7,0 - 7,8***

# БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ КРОВИ

- **Гемоглобиновая** ( $HbO_2 \leftrightarrow HbH$ )
- **Карбонатная** ( $H_2CO_3, NaHCO_3, KHCO_3$ )
- **Фосфатная** ( $NaH_2PO_4$  и  $Na_2HPO_4$ )
- **Белковая** (амфотерные свойства)

# Функциональная система поддержания pH крови



# ГРУППЫ КРОВИ (АВО)

Группа крови	Эритроциты	Плазма или сыворотка	
	Агглютиногены	Агглютинины	Антиагглютинины
I(0)	0	$\alpha \beta$	0
II(A)	A	$\beta$	A
III(B)	B	$\alpha$	B
IV(AB)	AB	—	AB

# ГРУППЫ КРОВИ (Rh)

- В Европе 85% людей имеют в крови агглютиноген Rh, из—за чего их называют *резус—положительными* (Rh<sup>+</sup>, а не содержащих его —*резус—отрицательными* (Rh<sup>-</sup>).
- **Резус-антигены: С, с, D, d, Е, е**
- **Другие антигенные системы:**
  - NMSs, P, Lu (Лютеран),
  - Kk (Келл-Келлано),
  - Jk (Кид),
  - Fy (Даффи) и др.