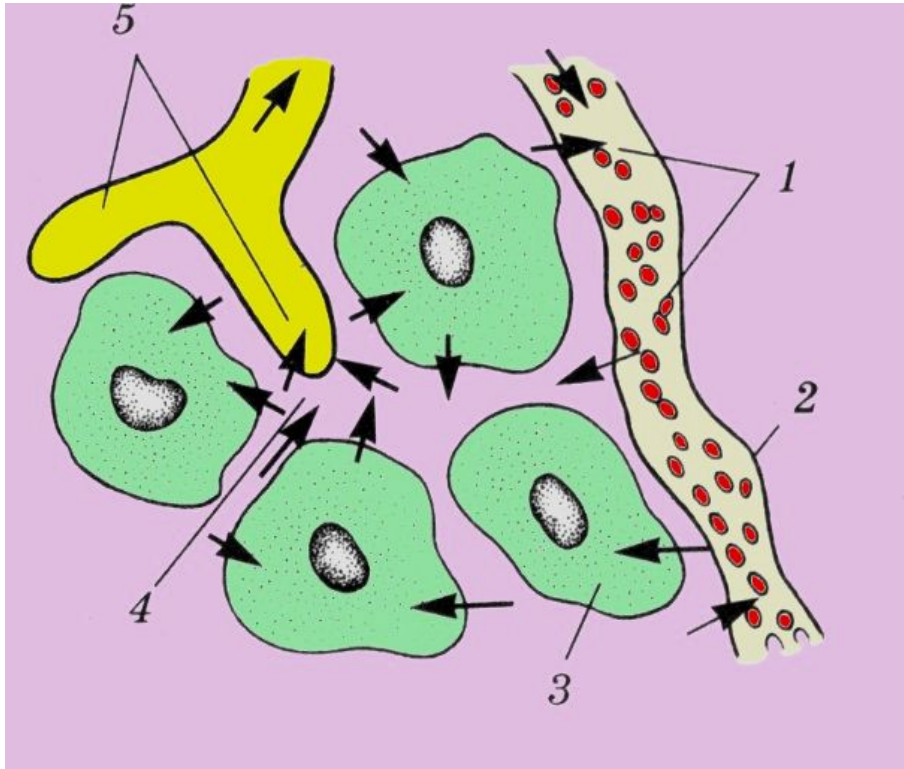


*Внутренняя среда  
организма. Кровь*

*Пименов А.В.*

# Виды внутренней среды



**Кровь, тканевая жидкость и лимфа** составляют различные виды внутренней среды организма.

## 1. Тканевая жидкость

образуется из плазмы крови (20 л/сутки) и обеспечивает обмен веществ клеток. Затем она поступает в кровеносные и лимфатические сосуды.

**2. Лимфа** образуется из тканевой жидкости, которая попадает в слепо замкнутые капилляры лимфатической системы (2-4 л/день), по лимфатическим сосудам лимфа направляется в вены большого круга кровообращения. Это дополнительная транспортная система, выполняет также и защитную функцию.

# Кровь

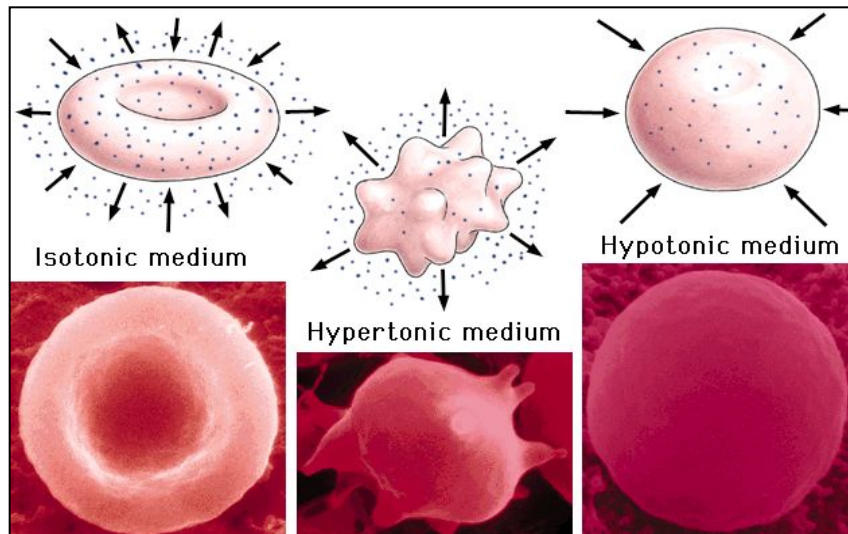
**3. Кровь** (около 5л). Разновидность соединительной ткани, состоит из плазмы крови — 55% и форменных элементов — около 45%.

**Плазма** состоит из неорганических и органических веществ.

Неорганические: вода — до 90%, минеральные вещества — 0,9% (ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ).

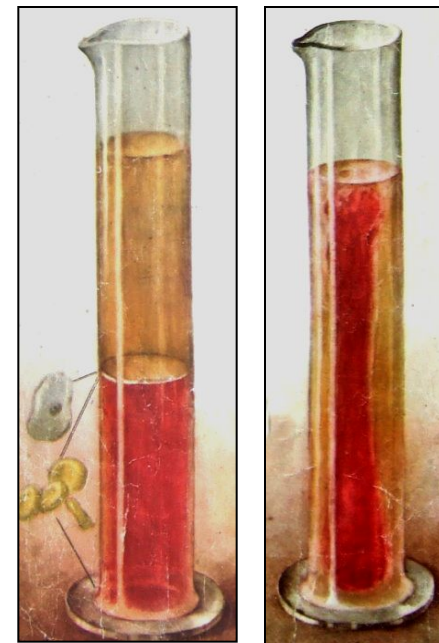
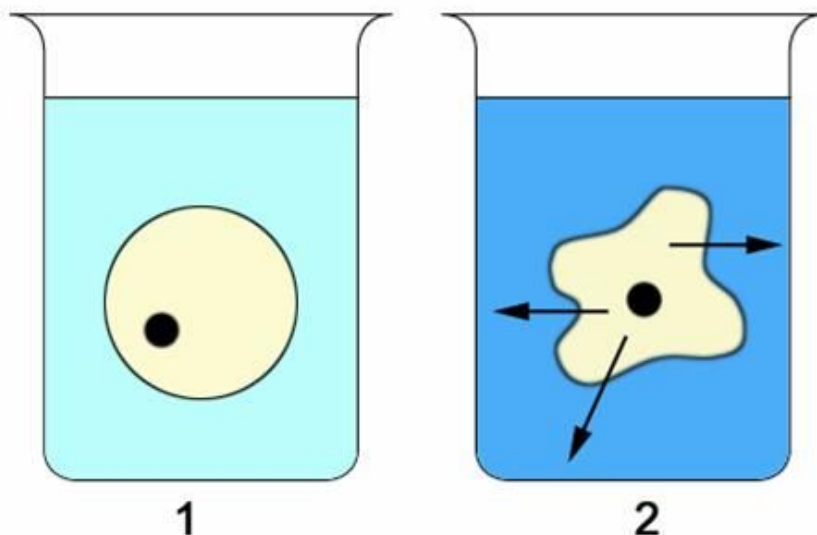
Концентрация солей относительно постоянна, если их мало — плазма становится **гипотонической**, вода уходит в клетки и увеличивает их объем, если среда **гипертоническая** — клетки теряют воду, в обоих случаях нарушается их жизнедеятельность.

**Физиологический раствор** – **изотонический** раствор, содержащий необходимые вещества в нужных концентрациях.





## Кровь



**Органические вещества:** белки (альбумины, глобулины, фибриноген и др.) — 7%, жиры — 0,8%, глюкоза — 0,1%. Мочевины около 0,03%, pH — 7,4.

**Альбумины и глобулины** — крупные белковые молекулы, не способные проходить сквозь стенки капилляров. Они участвуют в создании **осмотического** давления, препятствуют избыточному поступлению воды в межклеточное пространство.

В плазме находятся **гормоны, витамины, растворимые газы, различные ферменты**. При свертывании крови от сгустка отделяется **красная сыворотка**.

# Кровь

*Форменные элементы:*

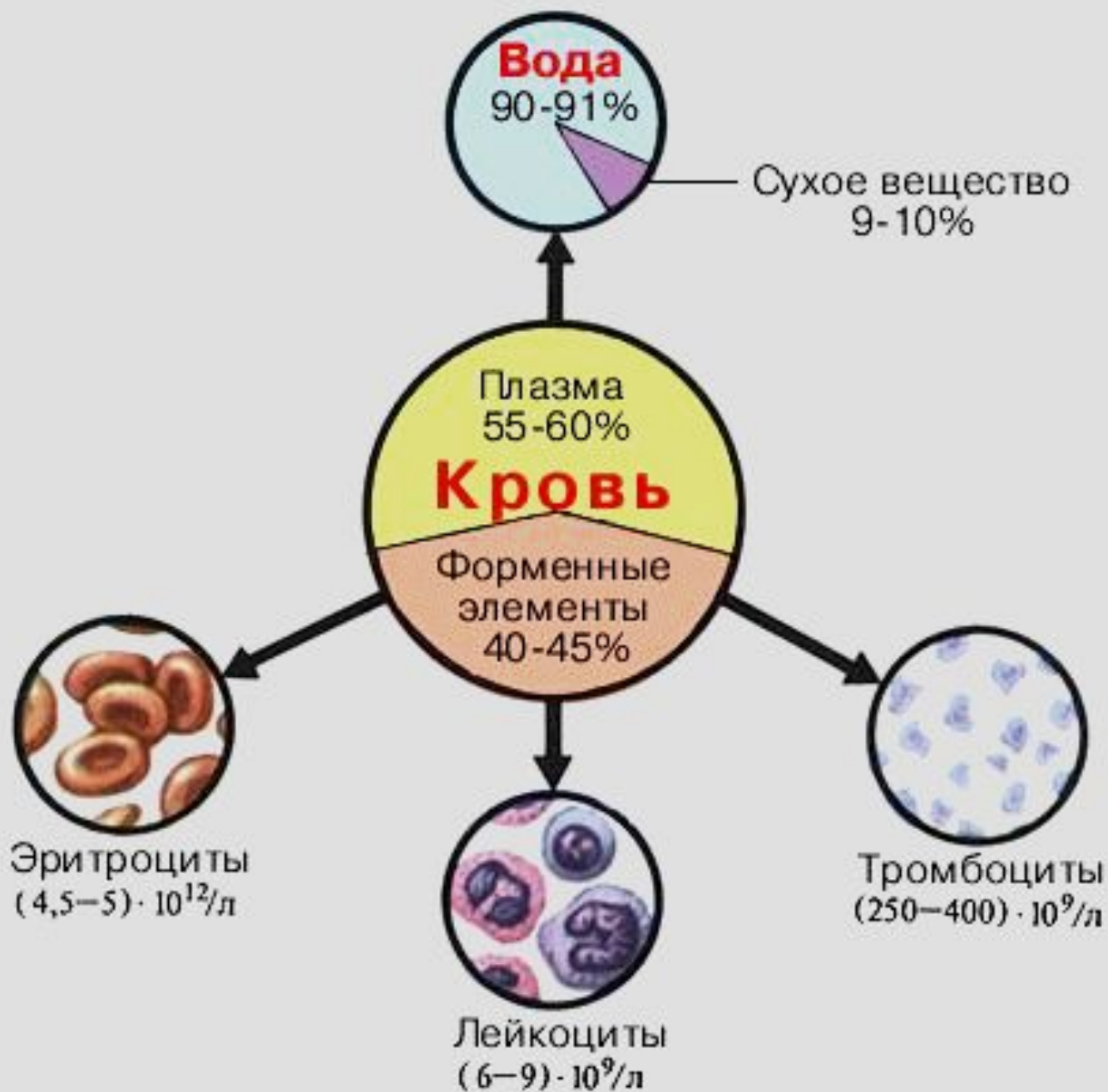
*эритроциты (4,5-5 млн/мм<sup>3</sup>),*

*лейкоциты (4-9 тыс./мм<sup>3</sup>),*

*тромбоциты (250-400 тыс./мм<sup>3</sup>).*

## **Функции крови**

- **дыхательная** (транспорт кислорода и углекислого газа);
- **трофическая** (транспорт питательных веществ);
- **выделительная** (транспорт продуктов обмена к почкам);
- **терморегуляторная** (участие в теплоотдаче);
- **защитные** (борьба с микроорганизмами, свертывание крови);
- **участие в гуморальной регуляции** (транспорт гормонов);
- **гомеостатические функции** (поддержание постоянства внутренней среды организма).



## Подведем итоги:

Виды внутренней среды организма?

*Кровь, тканевая жидкость и лимфа.* Из чего образуется лимфа?  
*Из тканевой жидкости.*

Сколько белков, жиров, глюкозы и мочевины в плазме крови в норме?

*Белков – 7%, жиров – 0,8%, глюкозы – 0,12%, мочевины – 0,03%.*

Какое давление называют осмотическим?

*Осмотическое давление создается растворенными веществами,*

Сколько минеральных солей в плазме крови в норме?

*0,9%.*

Гемолиз (разрушение клеток), в каком растворе он происходит?

*В гипотоническом растворе.*

Что такое физиологический раствор?

*Раствор, содержащий столько же глюкозы и солей, как и плазма крови.*

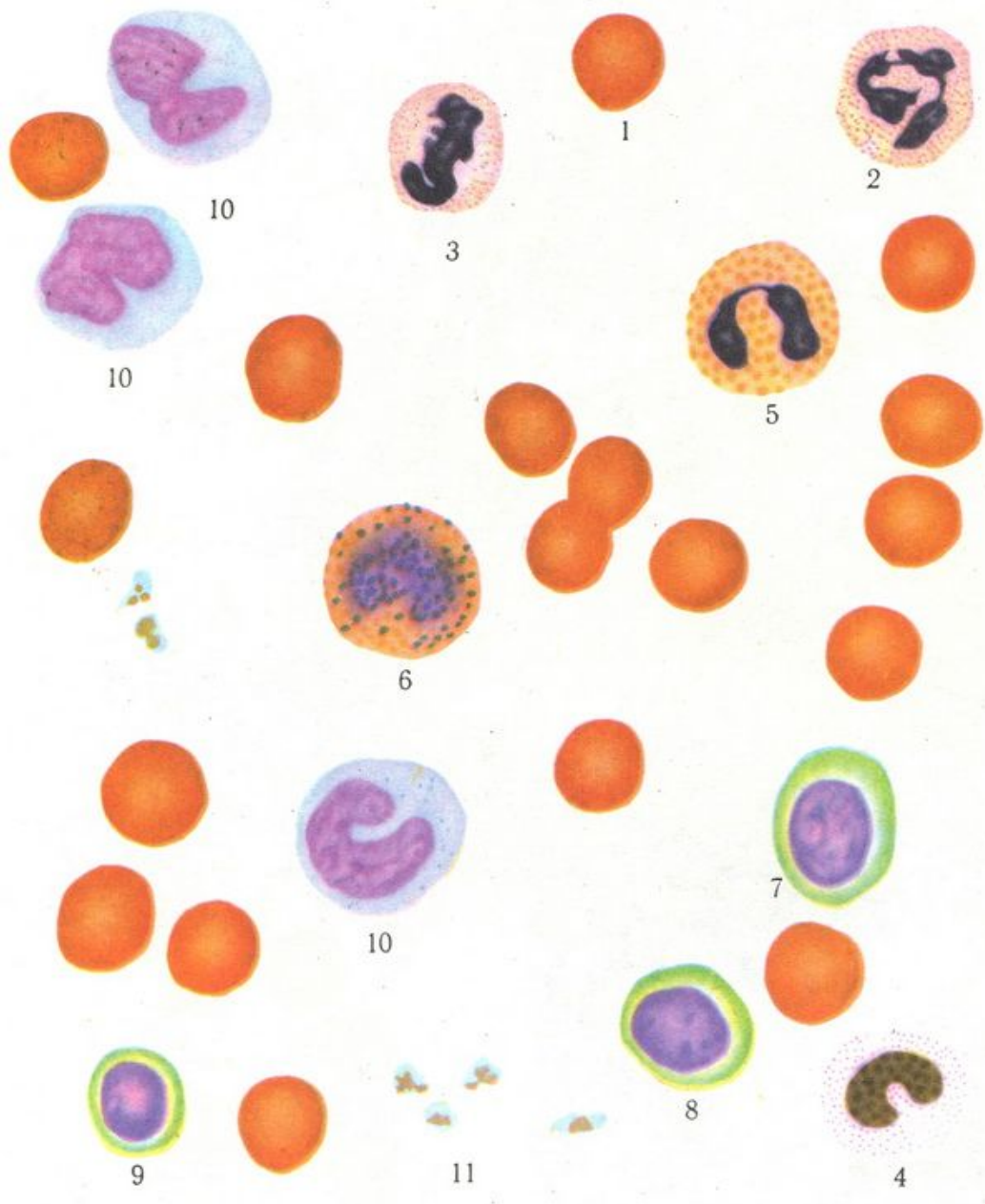
Что такое сыворотка крови?

*Плазма крови без фибриногена.*

Сколько эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в  $1 \text{ мм}^3$  крови?

*Эритроцитов 5 млн/ $\text{мм}^3$ , лейкоцитов 4-9 тыс/ $\text{мм}^3$  и тромбоцитов 300 тыс/ $\text{мм}^3$ .*

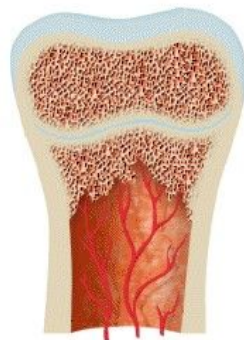
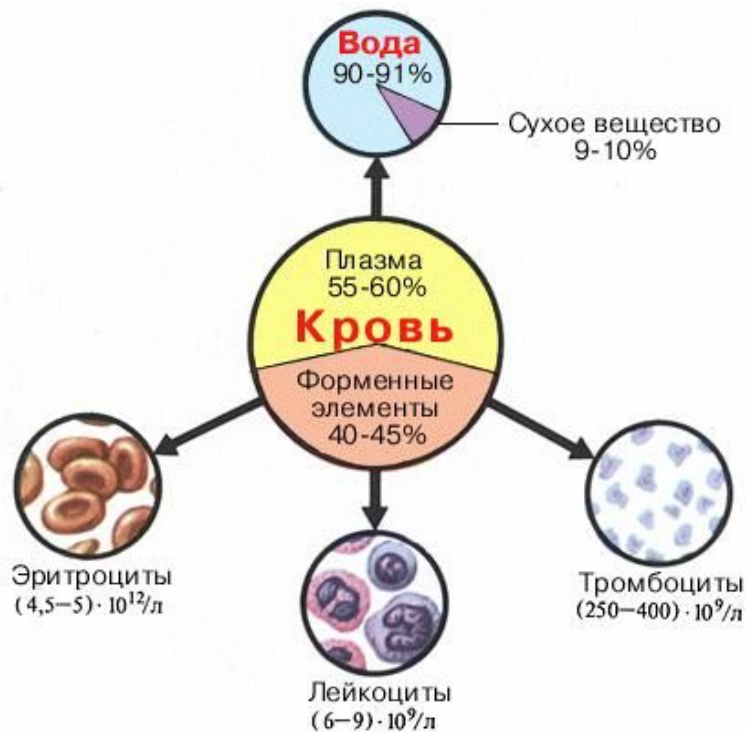




## Форменные элементы крови

- 1 — эритроцит;
- 2 — сегментоядерный нейтрофильный лейкоцит;
- 3 — палочкоядерный нейтрофильный лейкоцит;
- 4 — юный нейтрофильный лейкоцит;
- 5 — эозинофильный лейкоцит;
- 6 — базофильный лейкоцит;
- 7 — большой лимфоцит;
- 8 — средний лимфоцит;
- 9 — малый лимфоцит;
- 10 — моноцит;
- 11 — кровяные пластинки (тромбоциты).





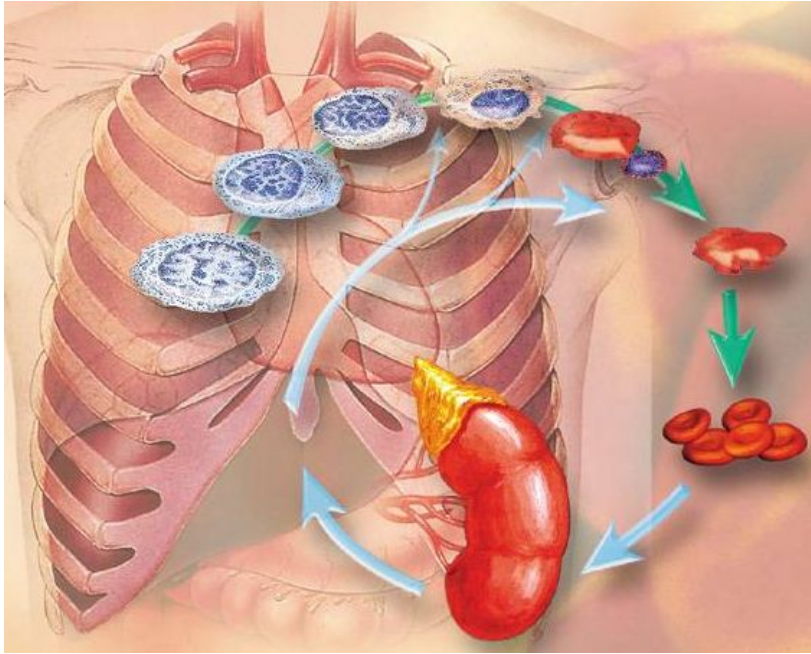
Кровь недаром называют «**зеркалом здоровья**», состав плазмы и количество форменных элементов крови поддерживается на определенном уровне.

Изменение содержания в крови сахара, мочевины, количества эритроцитов, лейкоцитов или тромбоцитов, изменение вязкости крови — все это свидетельствует о тех или иных заболеваниях организма.

## 1. Эритроциты

**Образуются** в красном костном мозге (5-10 млн./сек), продолжительность жизни — 3-4 месяца; **разрушаются** (*гемолиз*) происходит в печени и селезенке.

# Эритроциты



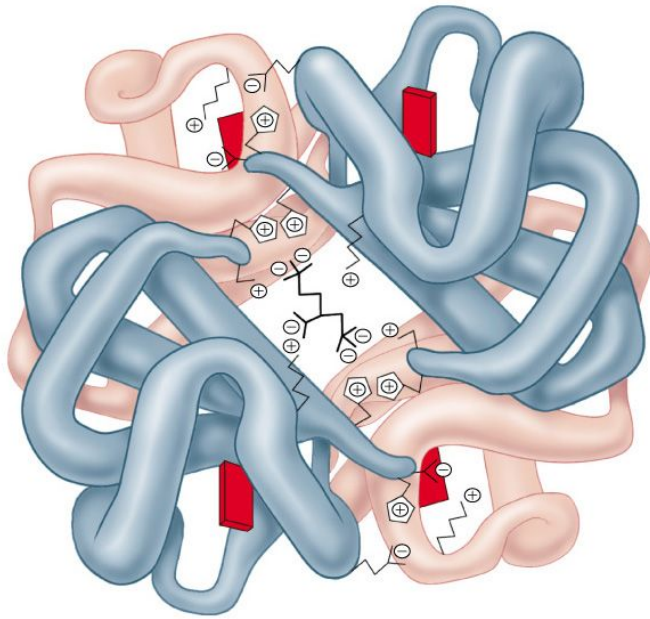
## Строение

Зрелые эритроциты — безъядерные клетки двояковогнутой формы. Клеточная оболочка может содержать *агглютиногены А*, или *В*,  $Rh^+$  — белок, другие белки. Под оболочкой находится цитоплазма с большим количеством гемоглобина (ядро и другие органоиды клетки у зрелых эритроцитов человека полностью отсутствуют). Диаметр эритроцитов около 7-8 мкм, толщина — 2-2,5 мкм.

## Функции

Основные функции эритроцитов связаны с **транспортом кислорода в ткани и двуокиси углерода к легким.**

# Эритроциты



*Гемоглобин* — белок, имеющий четвертичную структуру и состоящий из 4 *гемов*, содержащих  $\text{Fe}^{2+}$  и молекулы *глобина* из четырех полипептидных цепей (2  $\alpha$ -цепи и 2  $\beta$ -цепи).

Гемоглобин легко соединяется с кислородом:

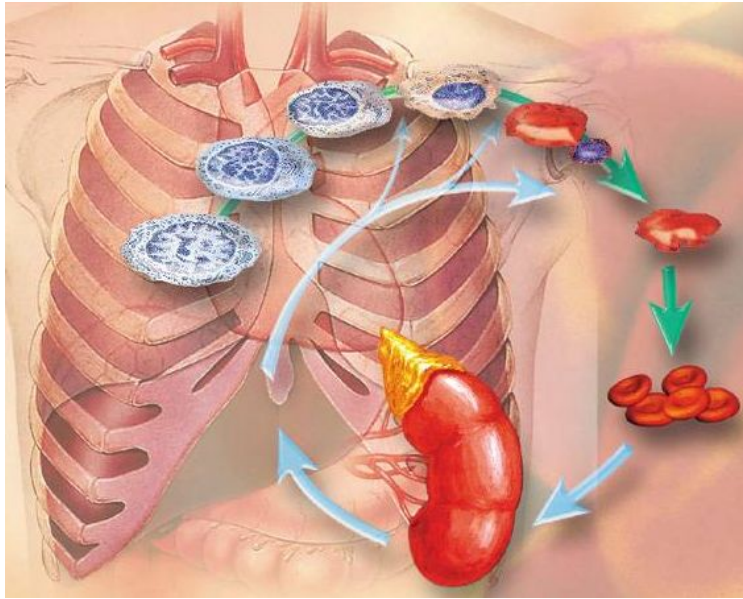
$\text{Hb} + 4\text{O}_2 = \text{Hb}(\text{O}_2)_4$ , это соединение называется *оксигемоглобином*;

соединение Hb с углекислым газом — *карбгемоглобином*;

с угарным газом — *карбоксигемоглобином*, причем сродство к угарному газу у гемоглобина в 300 раз выше, чем к  $\text{O}_2$ .



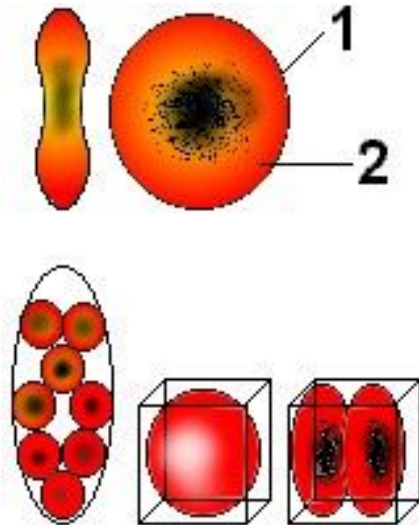
# Эритроциты



## Транспорту газов способствуют:

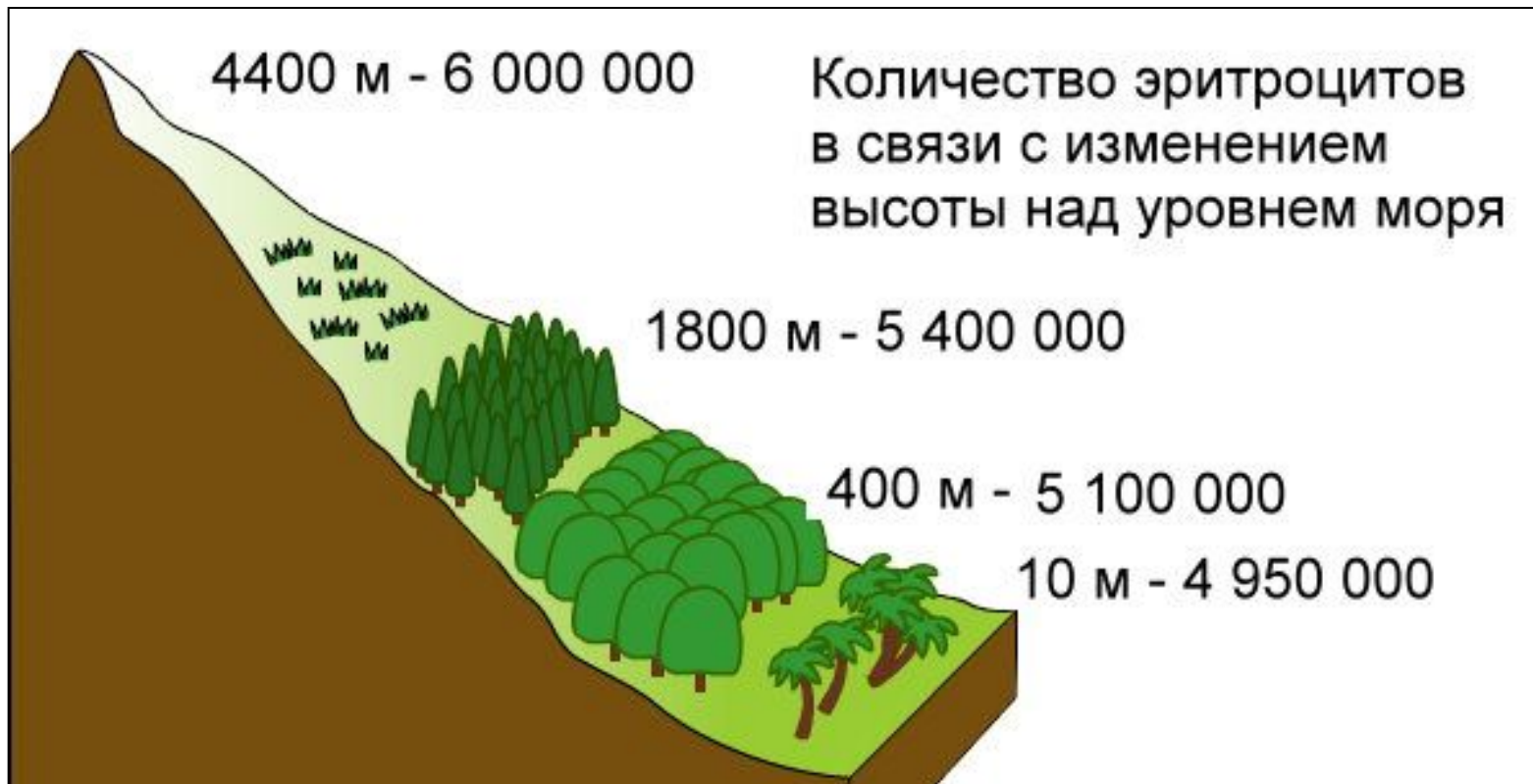
- **небольшие размеры эритроцитов**, (чем больше требуется кислорода данному виду млекопитающих для жизнедеятельности, тем меньше размеры эритроцитов);
- **двояковогнутая форма** облегчает диффузию газов внутрь клетки и дает возможность деформации клетки при прохождении через капилляры;
- **количество эритроцитов возрастает, если человек живет высоко в горах.**

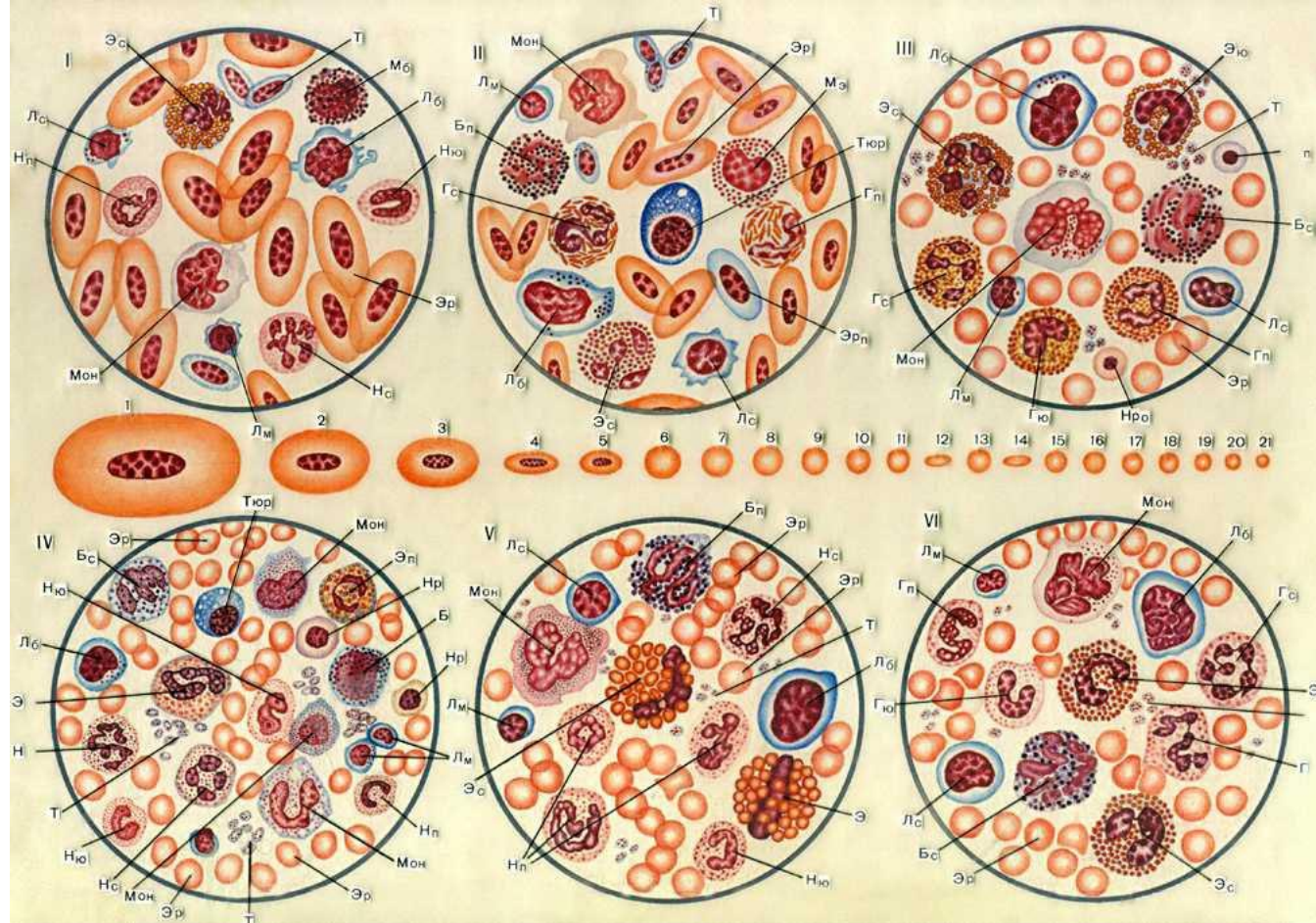
Для образования эритроцитов (**эритропоэза**) необходим **витамин В<sub>12</sub>**; при недостатке кислорода в крови почки вырабатывают **эритропоэтин**, ускоряющий эритропоэз.





# Эритроциты



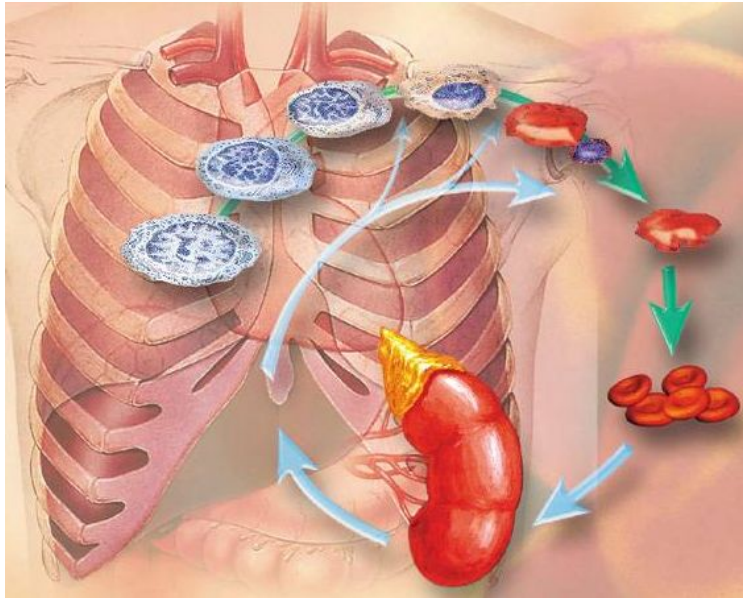


I - лягушка; II - курица; III - кролик; IV - человек; V - лошадь; VI - крупный рогатый скот.  
 Б - базофил (Бп - палочкоядерный, Бс - сегментоядерный); Э - эозинофил (Эю - юный, Эп - палочкоядерный, Эс - сегментоядерный); Г - гранулоцит, или псевдоэозинофил (Гю - юный, Гп - палочкоядерный, Гс - сегментоядерный); Н - нейтрофил (Ню - юный, Нп - палочкоядерный, Нс - сегментоядерный); Л - лимфоцит (Лб - большой, Лс - средний, Лм - малый); М - миелоцит (Мб - базофильный, Мэ - эозинофильный); Мон - моноцит; Т - тромбоцит; Тюр - клетка Тюрка; Эр - эритроцит (Эрп - полихроматофильный); Нр - нормобласт (Нро - ортохромный, Нрп - полихроматофильный).

1 - протей; 2 - тритон; 3 - лягушка; 4 - голубь; 5 - курица; 6 - слон; 7 - морская свинка;  
 8 - собака; 9 - крыса; 10 - кролик; 11 - кошка; 12 - лама; 13 - мышь; 14 - верблюд;  
 15 - лошадь; 16 - свинья; 17 - осёл; 18 - корова; 19 - овца; 20 - коза; 21 - кабарга.

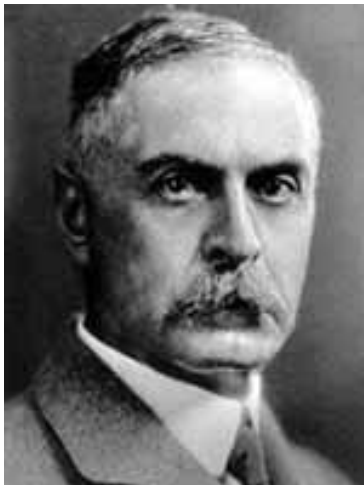


# Эритроциты



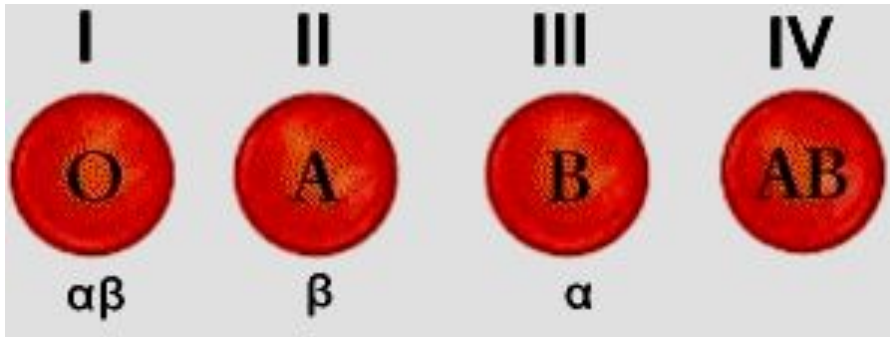
Снижение способности крови переносить кислород называется *анемией*. Причинами анемии может быть уменьшение числа эритроцитов, количества гемоглобина, недостаток витамина В<sub>12</sub> и железа в пищевых продуктах, кровопотеря.

*Переливание крови, Rh-фактор.*



При переливании крови от донора к реципиенту, возможна *агглютинация* (склеивание) и *гемолиз* (разрушение) эритроцитов. Чтобы этого не происходило, нужно учитывать группы крови, открытые *К.Ландштейнером* (1930г – Нобелевская премия) и Я.Янским в 1900 году.

# Переливание крови



Каждая группа крови отличается содержанием особых белков в плазме и эритроцитах.

В РФ население распределяется по группам крови приблизительно так:

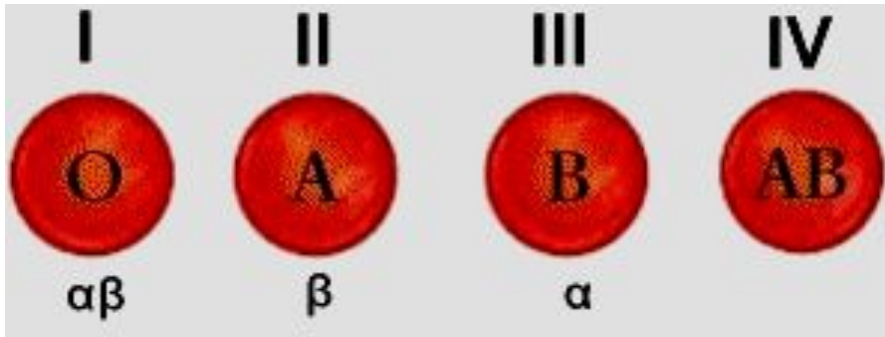
I группа — 35%;

II группа — 36%;

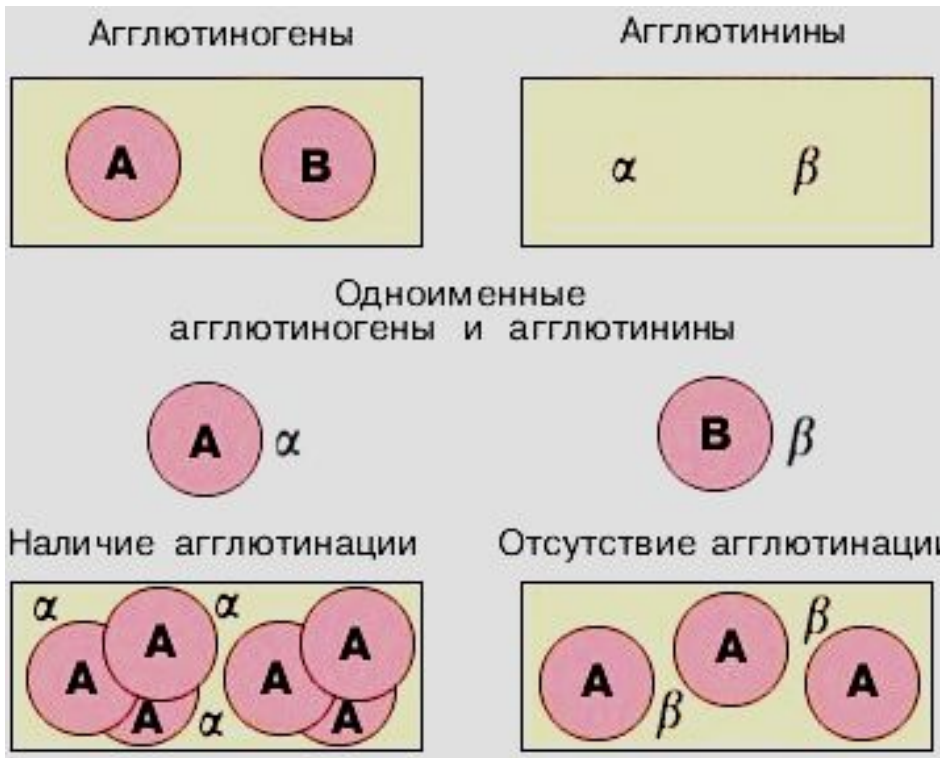
III группа — 22%;

IV группа — 7%.

# Переливание крови

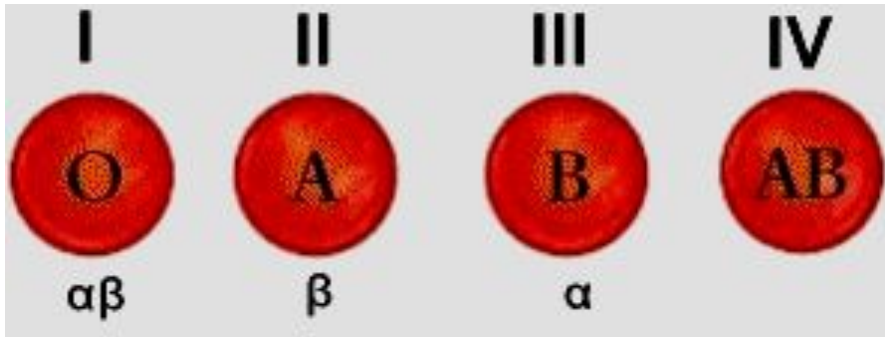


В плазме крови человека могут находиться особые белки названные *агглютинидами*, которые взаимодействуют с *агглютиногенами* в мембране эритроцитов, вызывая их агглютинацию.



Известно, что *агглютинин α*, содержащийся в плазме, склеивает эритроциты, содержащие в своей мембране *агглютиноген A*; *агглютинин β* — склеивает эритроциты, содержащие в своей мембране *агглютиноген B*.

# Переливание крови



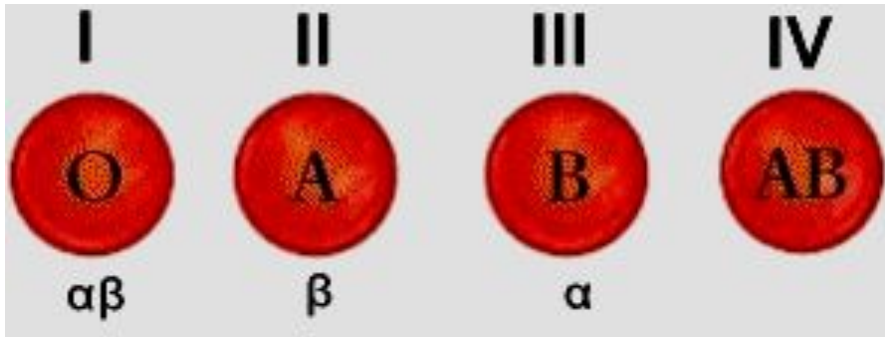
Возможна *частичная агглютинация* (— +) если агглютинидами крови донора склеивается часть эритроцитов реципиента.

		Донор			
		O αβ	A β	B α	AB
Реципиент	O αβ	—			
	A β	—+	—		
	B α	—+		—	
	AB	—+	—+	—+	—

Эритроциты 1 группы не склеиваются плазмой реципиента, поэтому первую группу называют *универсальным донором*, но при переливании первой группы ко второй, третьей и четвертой происходит частичная агглютинация эритроцитов реципиента, поэтому переливают кровь только одноименной группы.



# Переливание крови

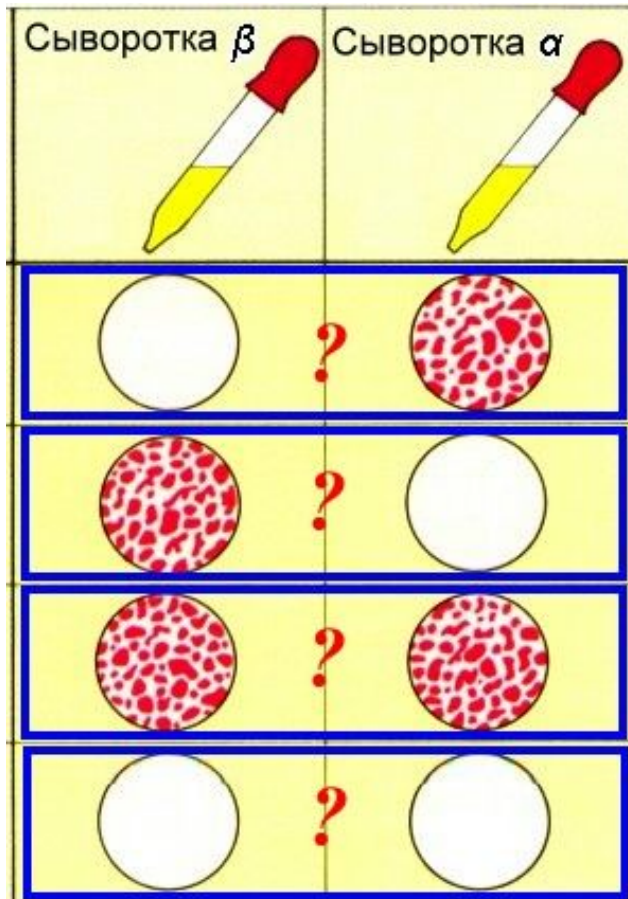


Четвертая группа крови не содержит в плазме агглютинины и не склеивает эритроциты крови донора любой группы, называется *универсальным реципиентом*, но возможна частичная агглютинация собственных эритроцитов агглютинами плазмы донора.

		Донор			
		О αβ	A β	B α	AB
Реципиент	О αβ	—			
	A β	—+	—		
	B α	—+		—	
	AB	—+	—+	—+	—

Кроме системы ABO есть и другие системы антигенов, **поэтому лучше всего приливать заранее подготовленную кровь собственной группы.**

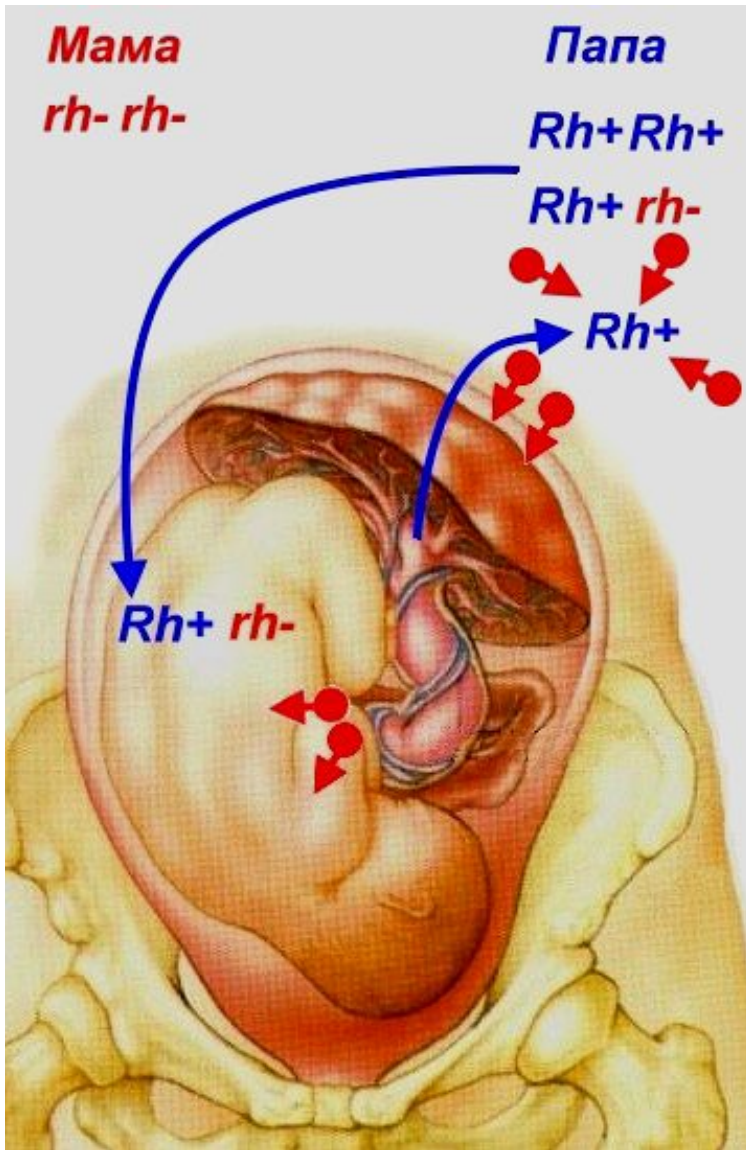
# Определение группы крови



		Донор			
		O $\alpha \beta$	A $\beta$	B $\alpha$	AB
Реципиент	O $\alpha \beta$	—			
	A $\beta$	—+	—		
	B $\alpha$	—+		—	
	AB	—+	—+	—+	—



# Гемотрансфузионный шок, резус-конфликт



1940 году К.Ландштейнер обнаружил, что 85% людей в мембранах эритроцитов содержат белок резус-фактор ( $Rh^+$ ). При повторном переливании резус-положительной ( $Rh^+$ ) крови, совместимой по системе  $ABO$ , резус-отрицательному ( $rh^-$ ) реципиенту наблюдается **гемотрансфузионный шок**, связанный с агглютинацией эритроцитов донора резус-антителами реципиента.

Если женщина  $rh^- rh^-$ , а плод  $Rh^+ rh^-$ , то возникает **резус-конфликт**, связанный с разрушением эритроцитов плода, который особенно опасен при второй беременности. Группы крови и резус-фактор наследуются и сохраняются у человека всю жизнь.

## Подведем итоги:

Каковы размеры эритроцитов человека?

*Диаметр 8 мкм, толщина – 2 мкм.*

Какие органоиды отсутствуют у взрослых эритроцитов?

*Ядро и все остальные органоиды.*

У кого больше общая поверхность: у теннисных шариков в литровой банке или у гороха в этой банке?

*У гороха.*

У каких животных общая поверхность эритроцитов в одном мм<sup>3</sup> должна быть больше: у холоднокровных (пойкилотермных) или теплокровных (гомойотермных)?

*У теплокровных, им нужно больше кислорода, а чем больше поверхность, тем больше транспортируется кислорода.*

У каких животных эритроциты должны быть мельче: у холоднокровных (пойкилотермных), или теплокровных (гомойотермных)?

*У теплокровных, чем меньше размеры, тем больше общая поверхность.*

Чем отличаются эритроциты рыб и птиц?

*У рыб эритроциты крупнее.*

Чем отличаются эритроциты птиц и млекопитающих?

*У млекопитающих эритроциты мельче, без ядер и двояковогнутые. У птиц крупнее, с ядрами и двояковыпуклые.*

## Подведем итоги:

От брака людей с первой группой крови дети могут иметь:

*Только первую группу крови.*

От брака людей, имеющих вторую группу крови, дети могут иметь:

*Вторую, если хотя бы один из них гомозиготен, вторую и первую если они гетерозиготны.*

От брака людей, имеющих третью группу крови, дети могут иметь:

*Третью, если хотя бы один из них гомозиготен, третью и первую если они гетерозиготны.*

От брака людей, имеющих четвертую группу крови, дети могут иметь:

*Вторую, третью и четвертую группы крови.*

Гемотрансфузионный шок развивается:

*При несовместимости групп крови по системе АВО, или при переливании крови одноименной группы от резус-положительного донора резус-отрицательному реципиенту.*

Резус-конфликт развивается:

*Во время беременности у резус-отрицательной матери, если плод резус-положителен.*

От брака резус-положительных родителей может родиться ребенок:

*Резус-положительный, если хотя бы один из них гомозиготен по этому гену, если родители гетерозиготны – дети могут быть резус-положительными и резус-отрицательными.*

# Свертывание крови

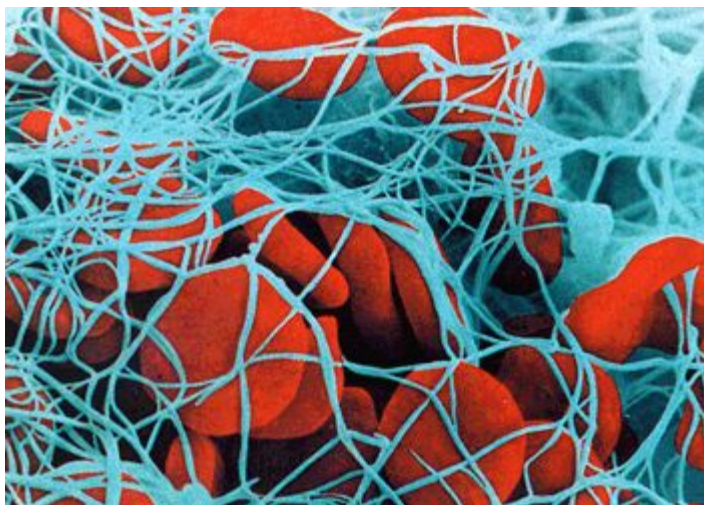
Важнейшая защитная функция крови. На этот процесс влияют 13 факторов, имеющих в плазме крови, а также 12 факторов, выделяемых тромбоцитами. Наиболее важны 6:

*фибриноген, протромбин*, тканевый и кровяной *тромбопластин*, *ионы  $Ca^{2+}$* , *витамин К*.

Тромбоциты, плоские безъядерные форменные элементы, образуются в красном костном мозге и живут 5-11 дней. Разрушаются в печени и селезенке. Как и лейкоциты способны к передвижению и образованию псевдоподий. Важнейшая функция — участие в *гемостазе* (свертывании крови).

*На первой стадии* гемостаза при повреждении сосудов выделяется тканевый тромбопластин, к поврежденным клеткам прилипают и разрушаются тромбоциты, происходит выделение *тромбоцитарного тромбопластина*.

# Свертывание крови



*На второй стадии* под их влиянием, при участии  $\text{Ca}^{2+}$  и других факторов свертывания, протромбин кровяной плазмы превращается в тромбин.

*На третьей стадии* тромбин вызывает превращение фибриногена в нерастворимые волокна фибрина, образуется сгусток. Плазма крови без фибриногена называется *сывороткой*.

*Гемофилия* — несвертываемость крови, заболевание, связанное с рецессивной мутацией в половой X-хромосоме. Так как у мужчин в клетках по одной X-хромосоме, то гемофилией чаще всего болеют мужчины.

Существует и *противосвертывающая система*, благодаря которой растворяются тромбы, кровь в сосудах не свертывается. В клетках печени, легких и некоторых лейкоцитах (базофилах) образуется *гепарин*, препятствующий свертыванию крови.

Еще один из факторов свертывания крови — *витамин К*.

## Подведем итоги:

Число тромбоцитов на  $\text{мм}^3$ :

*300 000.*

Образуются и разрушаются тромбоциты:

*Образуются в красном костном мозге и живут 5-11 дней. Разрушаются в печени и селезенке.*

Тромб образуется из растворимого белка плазмы:

*Фибриногена.*

Фибриноген в результате полимеризации превращается:

*В фибрин.*

На первой стадии, при разрушении стенок кровеносных сосудов и тромбоцитов выделяется:

*Тканевый тромбопластин, при разрушении тромбоцитов выделяется тромбоцитарный тромбопластин.*

На второй стадии, в присутствии ионов  $\text{Ca}^{2+}$  под влиянием тромбопластина:

*Активация протромбина плазмы и превращение его в тромбин.*

На третьей стадии:

*Под влиянием тромбина растворимый белок фибриноген превращается в фибрин и образуется сгусток крови.*

Сыворотка:

*Плазма крови без фибриногена.*



## Подведем итоги:

Заболевание, связанное с несвертываемостью крови:

*Гемофилия.*

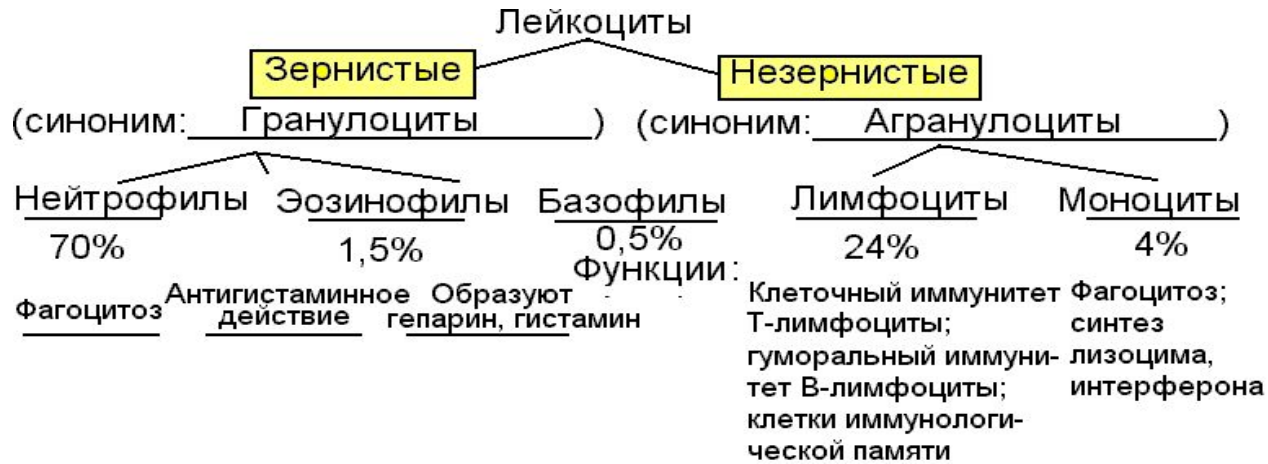
Свертывание замедляется, если в организме не хватает витамина:

*К.*

Свертыванию крови препятствует белок, входящий в противосвертывающую систему:

*Гепарин.*

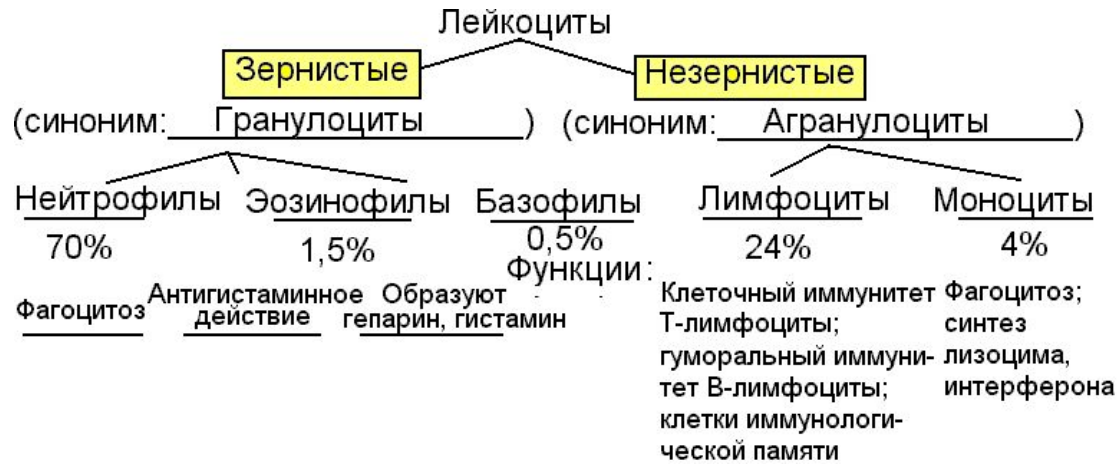
# Лейкоциты, иммунитет



**Лейкоциты** — **белые кровяные клетки**, имеющие ядро. Увеличение числа лейкоцитов — **лейкоцитоз**, уменьшение — **лейкопения**. **Лейкоз** – белокровие. Способны к передвижению и делению (**пролиферации**).

**Образуются** в красном костном мозге, лимфатических узлах, селезенке. Разрушаются в селезенке. Живут до 20 суток, клетки иммунологической памяти — десятки лет. В зависимости от зернистости цитоплазмы делятся на **гранулоциты** и **агранулоциты**

# Лейкоциты, иммунитет



**Нейтрофилов** (до 70%) от число всех лейкоцитов. Активные фагоциты, выделяют бактерицидные вещества.

**Эозинофилы** (1,5%) защищают организм от паразитарных инфекций при заражении гельминтами. Секретируют вещества, уменьшающие аллергическую реакцию.

**Базофилы** (0,5%) выделяют **гистамин** (расширяет капилляры) и **гепарин** (противосвертывающий фактор).

# Лейкоциты, иммунитет



К *агранулоцитам* относятся лимфоциты и моноциты. *Моноциты* – самые активные фагоциты, если выходят из кровеносного русла – становятся макрофагами.

*Лимфоцитов* от 20 до 45% от общего количества лейкоцитов. Среди них различают *Т-лимфоциты* и *В-лимфоциты*.

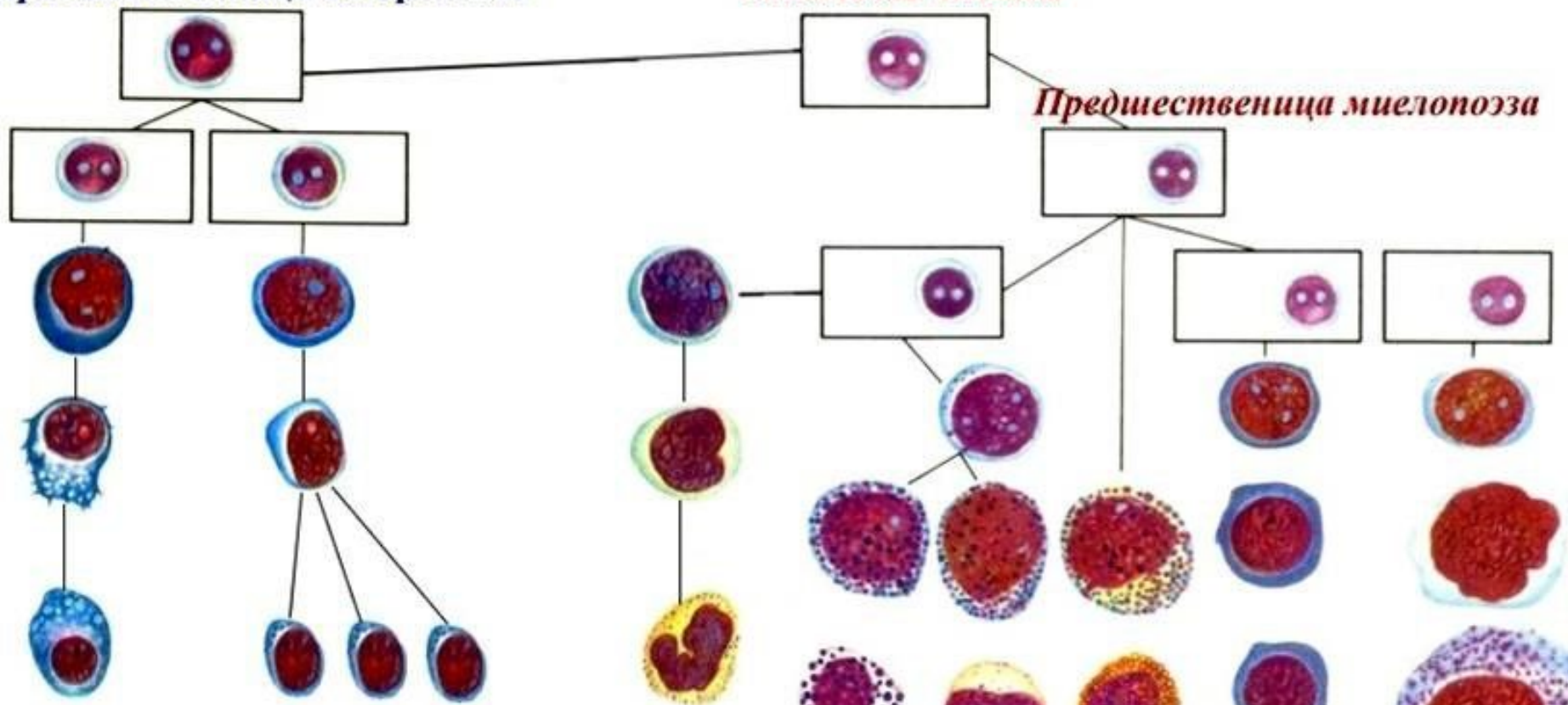
*Т-лимфоциты* заселяют тимус, созревают, превращаясь в *Т-киллеры*, *Т-хелперы* и *Т-супрессоры* и отвечают, совместно с фагоцитами, за *клеточный иммунитет*.



*Предшественница лимфопоэза*

*Стволовая клетка*

*Предшественница миелопоэза*



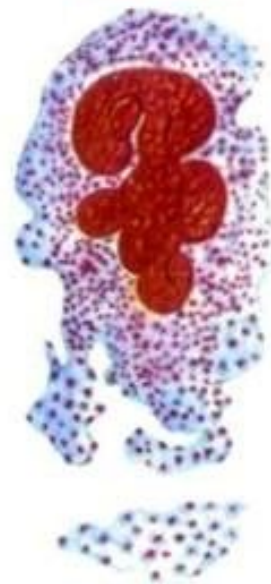
*В-лимфоциты* *Т-лимфоциты:*  
*киллеры*  
*хелперы*  
*супрессоры*

*Моноцит*

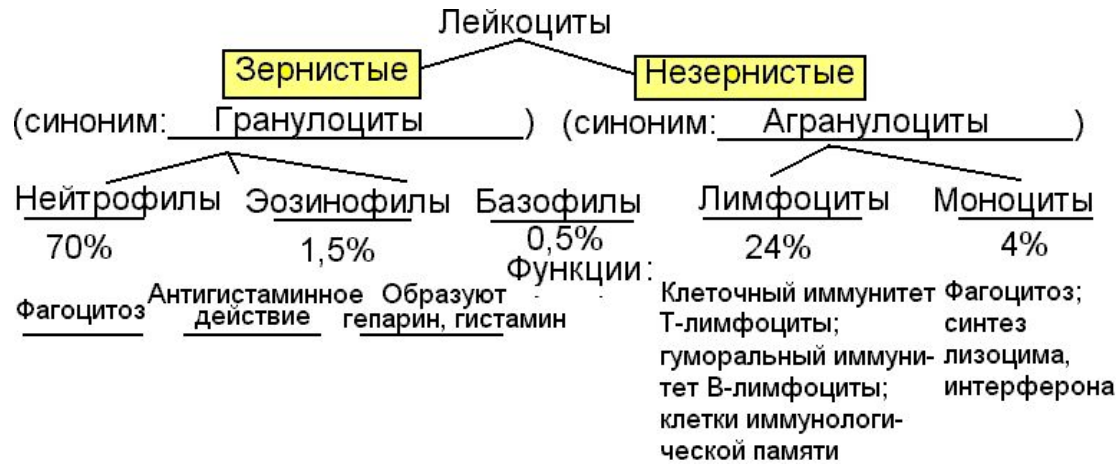
*Базофилы*

*Нейтрофилы*

*Эозинофилы*



# Лейкоциты, иммунитет

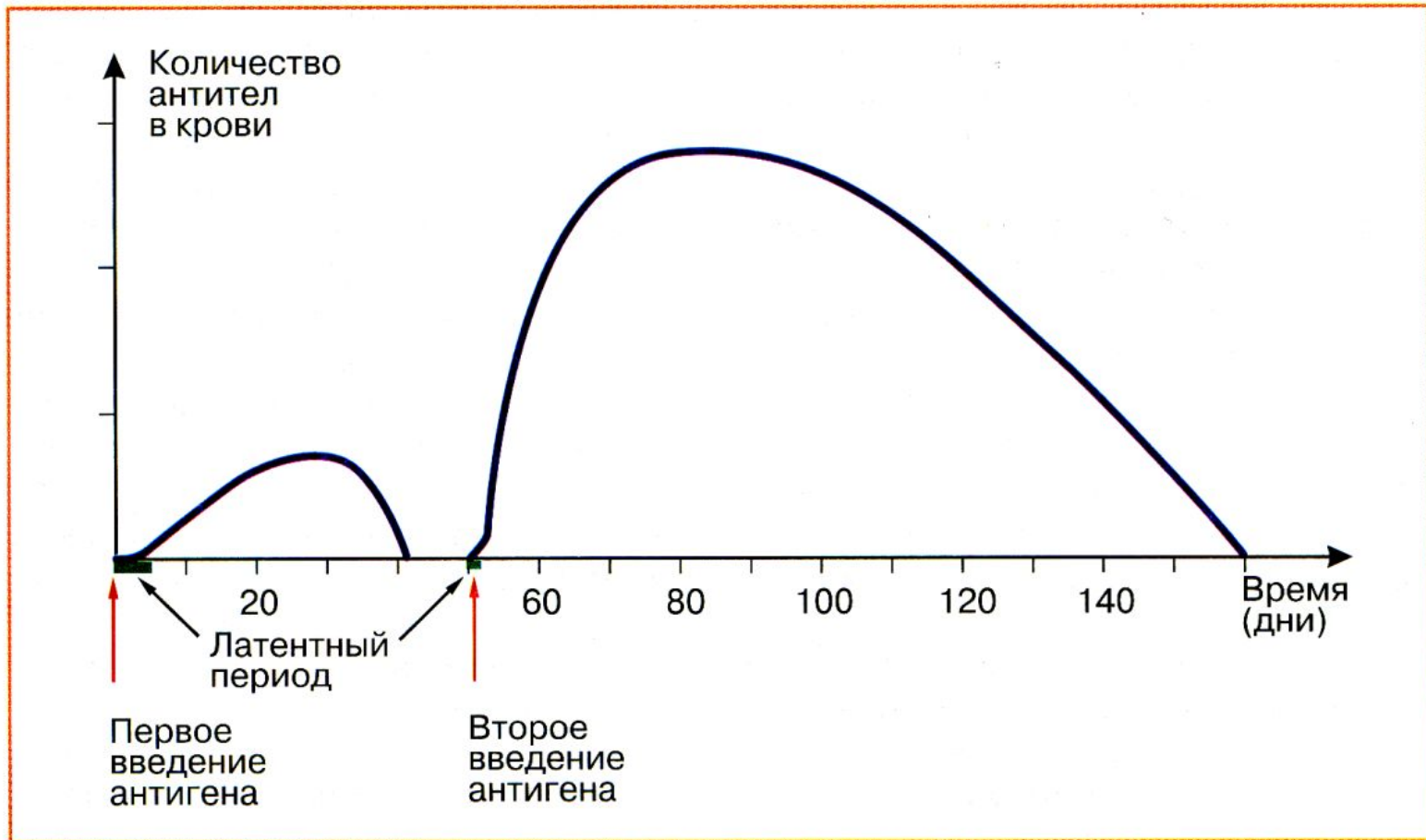


Другая часть лимфоцитов задерживается в периферических органах иммунной системы — в лимфатических узлах, миндалинах, в аппендиксе, где они превращаются в *В-лимфоциты* обеспечивающие *гуморальный иммунитет* — образование *антител*.

*Часть В-лимфоцитов превращается в клетки иммунологической памяти*, сохраняющиеся в организме человека десятки лет. При повторном попадании в организм микроорганизмов с этими же антигенами, активируются клетки иммунологической памяти и иммунный ответ развивается очень быстро, человек становится невосприимчивым ко данным заболеваниям.

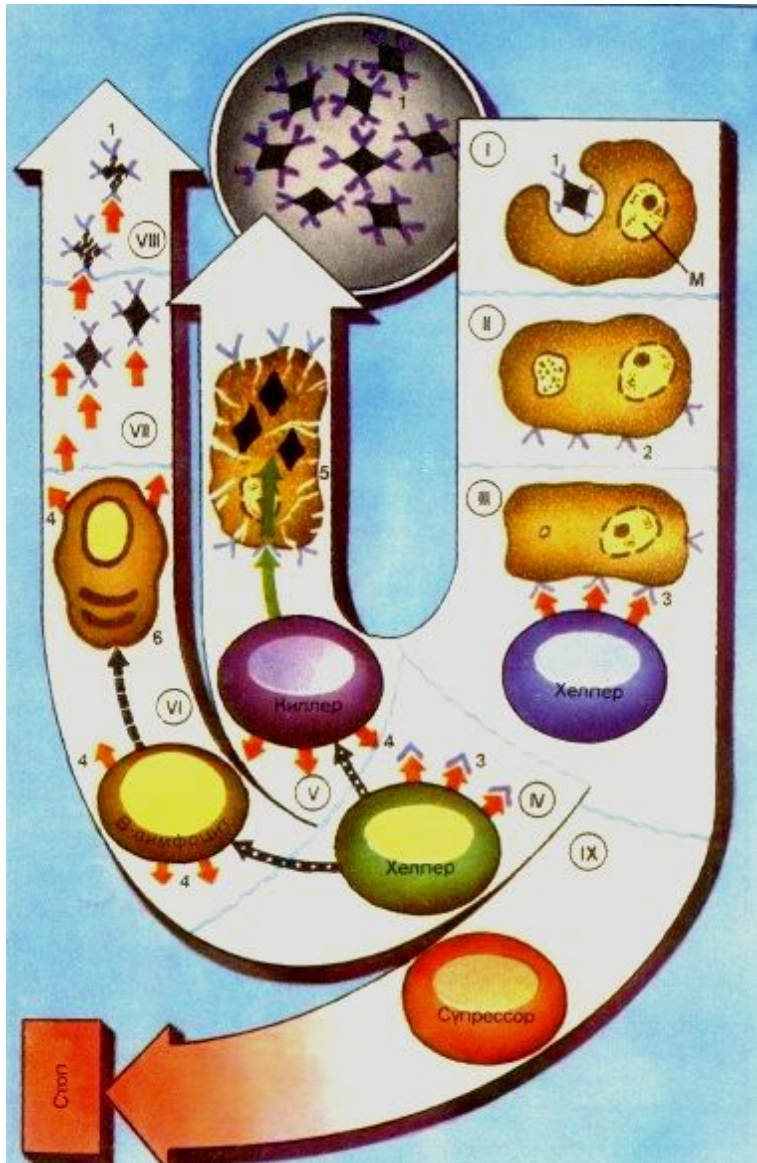


# Лейкоциты, иммунитет



Динамика накопления антител при первичной и вторичной встрече с антигеном

# Лейкоциты, иммунитет

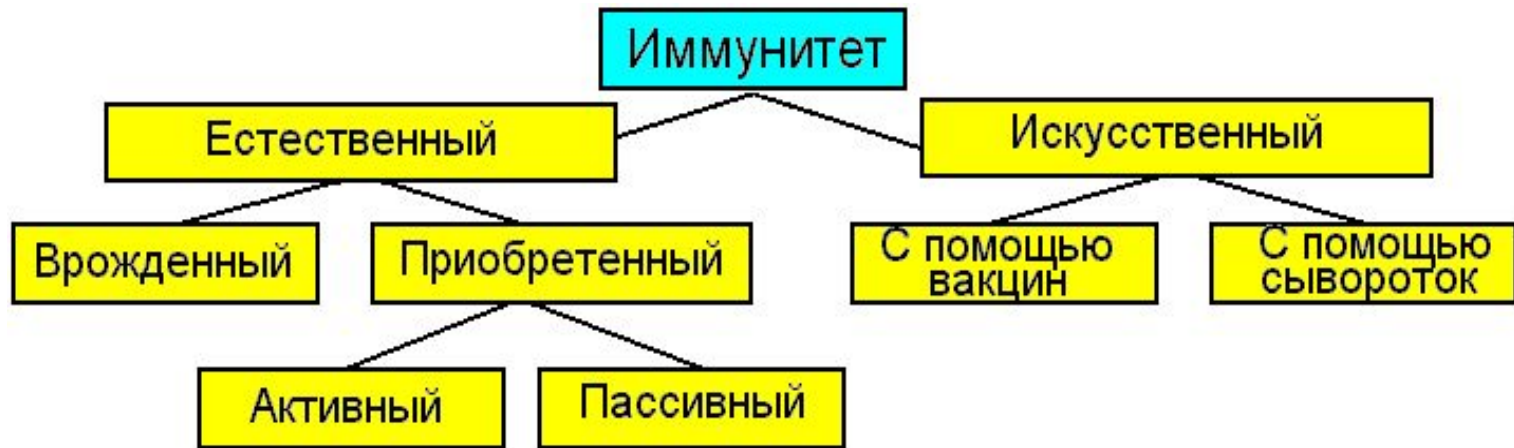


**Иммунитет** - способ защиты организма от генетически чуждых и инфекционных агентов.

**Клеточный иммунитет** обеспечивается клетками — фагоцитами, Т-лимфоцитами — киллерами. *И.И.Мечников открыл явление фагоцитоза и создал теорию клеточного иммунитета. Присуждена Нобелевская премия 1908 г.*

**За гуморальный иммунитет** отвечают **антитела**, вырабатываемы В-лимфоцитами. Под действием веществ, секретируемых Т-лимфоцитами - хелперами, В-лимфоциты превращаются в плазматические клетки и выделяют до 2000 антител в секунду. Антитела связываются с антигенами, затем происходит уничтожение чужеродного тела. *Пауль Эрлих создал теорию гуморального иммунитета, вместе с С.Мечниковым удостоен Нобелевской премии 1908 г*

# Виды иммунитета

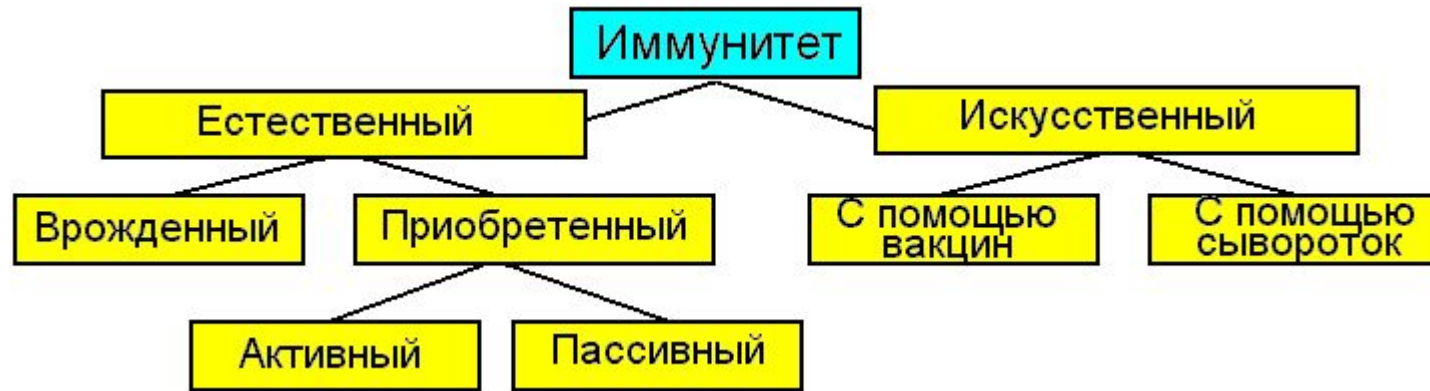


Различают *естественный* и *искусственный* иммунитет. Естественный иммунитет может быть *врожденным* и *приобретенным*.

*Естественный врожденный* иммунитет организм получает по наследству;

*Естественный приобретенный* может быть *пассивным* (получение антител с молоком матери или через плаценту) и *активным* — полученным после болезни, когда образуются собственные антитела и клетки иммунологической памяти на данные антигены.

# Виды иммунитета

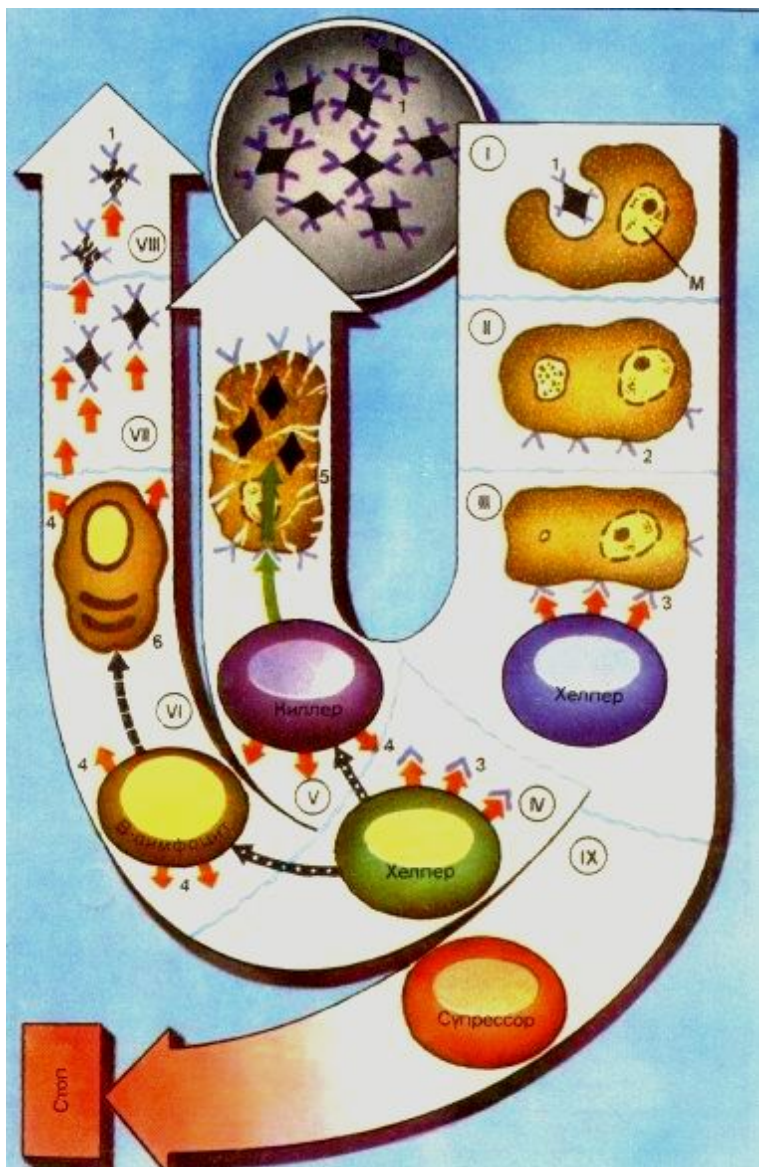


Искусственный иммунитет также может быть активным и пассивным. **Активный иммунитет** развивается после введения в организм **вакцины** — ослабленных или убитых формы микробов или их токсинов. При этом в организме осуществляется иммунный ответ на введенные антигены. **Пассивный иммунитет** осуществляется за счет введения в организм **сывороток** с готовыми антителами.

Основоположником метода вакцинации является английский врач **Э. Дженнер**, впервые предложивший использовать для предупреждения заболевания натуральной оспой прививку возбудителей коровьей оспы. **Л. Пастер** создал вакцины против куриной холеры, сибирской язвы, бешенства.



## Подведем итоги:



Каково значение фагоцитов в иммунном ответе?

*Фагоцитируют организмы с чуждыми антигенами и выставляют их антигены на поверхность.*

Какие лимфоциты относятся к Т-лимфоцитам:

*Созревающие в тимусе.*

Виды Т-лимфоцитов:

*Киллеры, хелперы, супрессоры.*

Значение В-лимфоцитов:

*Образуют антитела.*

Значение Т-лимфоцитов хелперов:

*Начинают иммунный ответ, выделяя лимфокины, вызывающие пролиферацию Т-киллеров и В-лимфоцитов.*

Каким образом Т-лимфоциты киллеры участвуют в иммунном ответе?

*Уничтожают клетки с чужими антигенами, а также и раковые клетки.*

## Подведем итоги:

Где образуются и сколько живут лейкоциты?

*В красном костном мозге и могут образовываться путем деления в любом месте организма.*

Нейтрофилы и их функции:

*70% от всех лейкоцитов, активные фагоциты.*

Эозинофилы и их функции:

*1,5%, антигистаминное и противоаллергическое действие.*

Базофилы и их функции.

*0,5%, содержат гистамин, расширяющий капилляры и гепарин, растворяющий тромбы.*

Моноциты и их функции.

*Самые активные фагоциты, если выходят из кровеносного русла – становятся макрофагами.*

Какие клетки крови поражает в первую очередь вирус, вызывающий СПИД?

*T-хелперы, так как на их поверхности есть белки CD-4.*

Кто открыл явление фагоцитоза?

*И.И.Мечников, за создание теории клеточного иммунитета была присуждена Нобелевская премия.*

В чем заслуга Пауля Эрлиха?

*Создал теорию гуморального иммунитета, вместе с С.Мечниковым удостоен Нобелевской премии.*



## Подведем итоги:

Вклад в Э.Дженнера в создание учения об иммунитете:

*Использовал вакцинацию против натуральной оспы.*

Вклад в Л.Пастера в создание учения об иммунитете:

*Разработал вакцины против сибирской язвы, куриной холеры, бешенства.*

Что такое иммунитет:

*Способность организма бороться с чуждыми антигенами.*

Что такое вакцина:

*Ослабленные или убитые микроорганизмы или их яды. В ответ на введение вакцины в организме образуются антитела.*

Что такое лечебная сыворотка:

*Сыворотка с готовыми антителами.*

Какие виды естественного иммунитета вам известны?

*Врожденны и приобретенный, приобретенный может быть пассивным (с молоком матери) и активным (после болезни).*

Какие виды искусственного иммунитета вам известны?

*Активный – с помощью вакцин и пассивный – с помощью сывороток.*