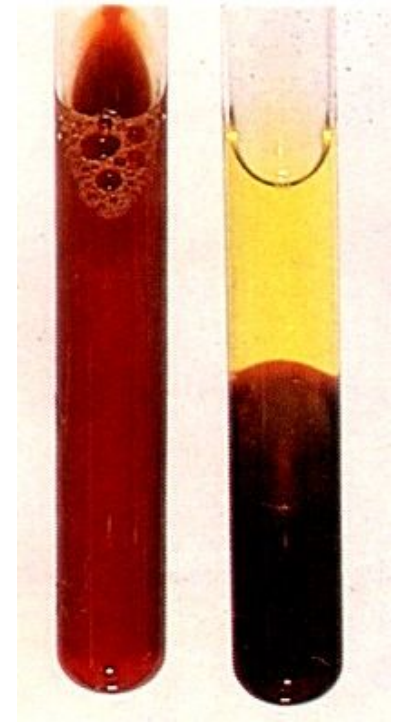


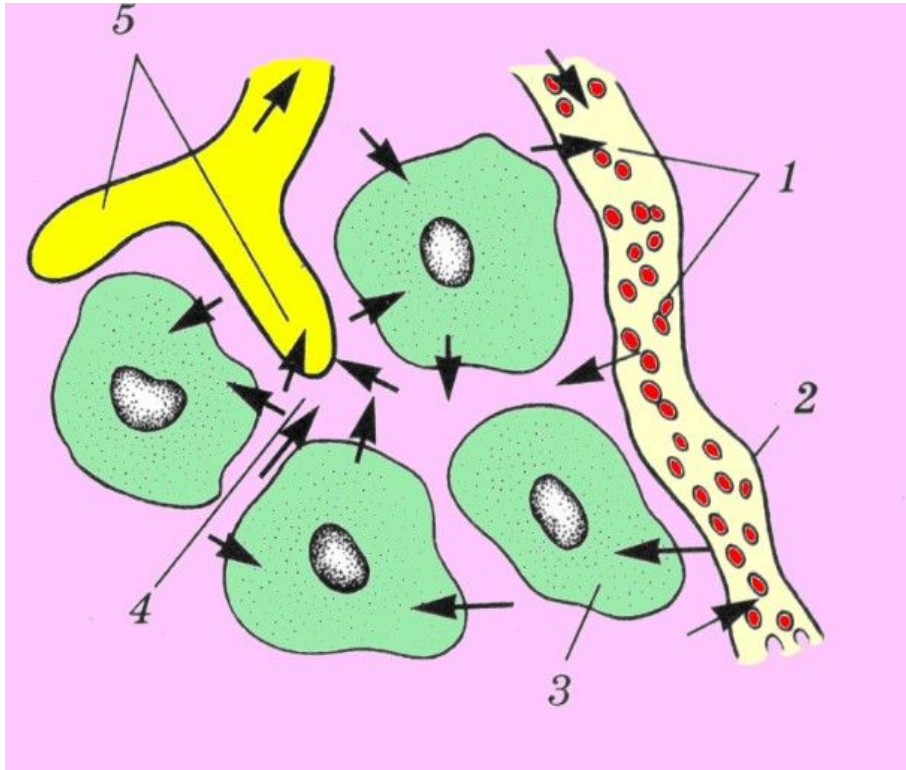
# *Тема: Кровь*



## *Задачи:*

*Дать характеристику функциям крови, изучить состав крови, строение и функции форменных элементов крови.*

# Виды внутренней среды

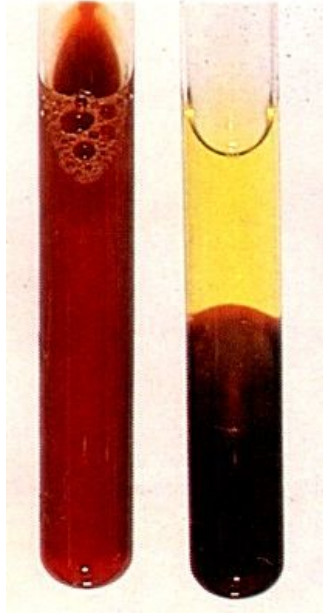


Кровь, тканевая жидкость и лимфа составляют различные виды внутренней среды организма.

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

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



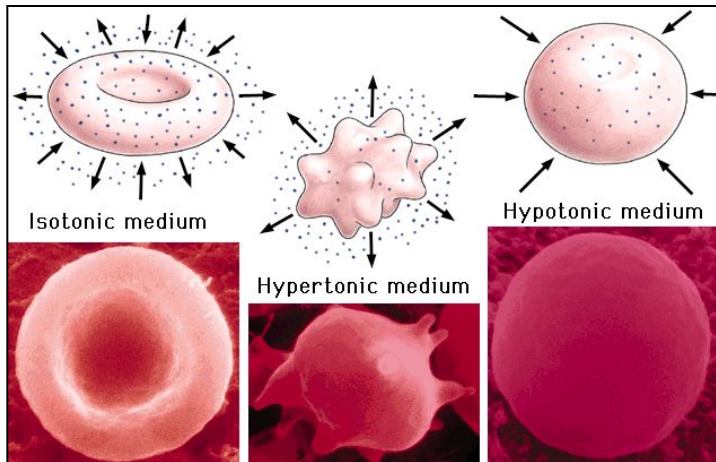
**Кровь** (около 5л). Разновидность соединительной ткани, состоит из плазмы крови — 55% и форменных элементов — около 45%.

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

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

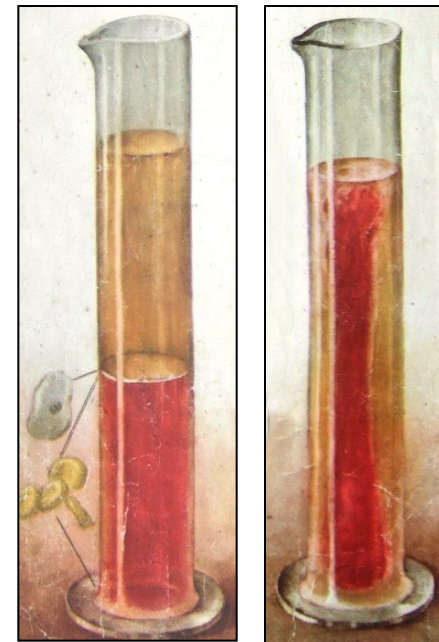
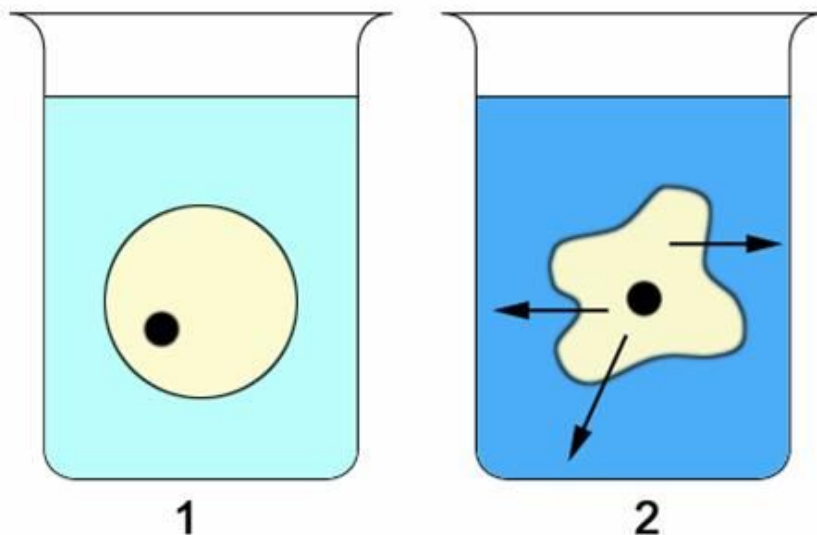
Концентрация солей относительно постоянна, если их мало — плазма становится **гипотонической**, вода уходит в клетки и увеличивает их объем, если среда **гипертоническая** — клетки теряют воду, в обоих случаях нарушается их жизнедеятельность.

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





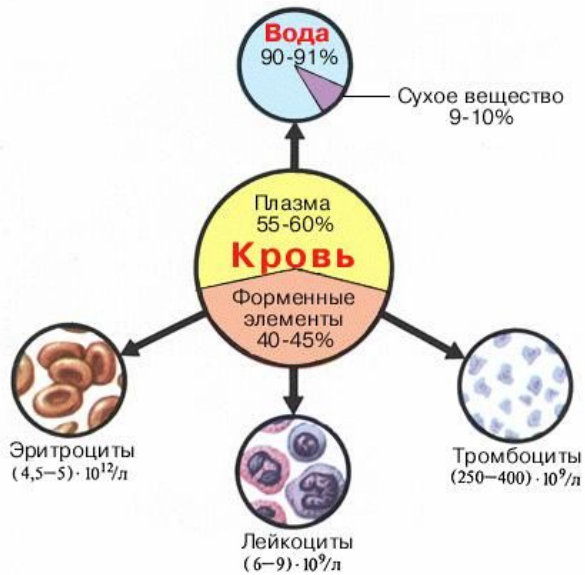
## Кровь



**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 **онкотического** давления крови (составная **осмотического** давления), препятствуют избыточному поступлению воды в межклеточное пространство. В плазме находятся гормоны, витамины, растворимые газы, различные ферменты. При свертывании крови от сгустка отделяется **кровяная сыворотка**.





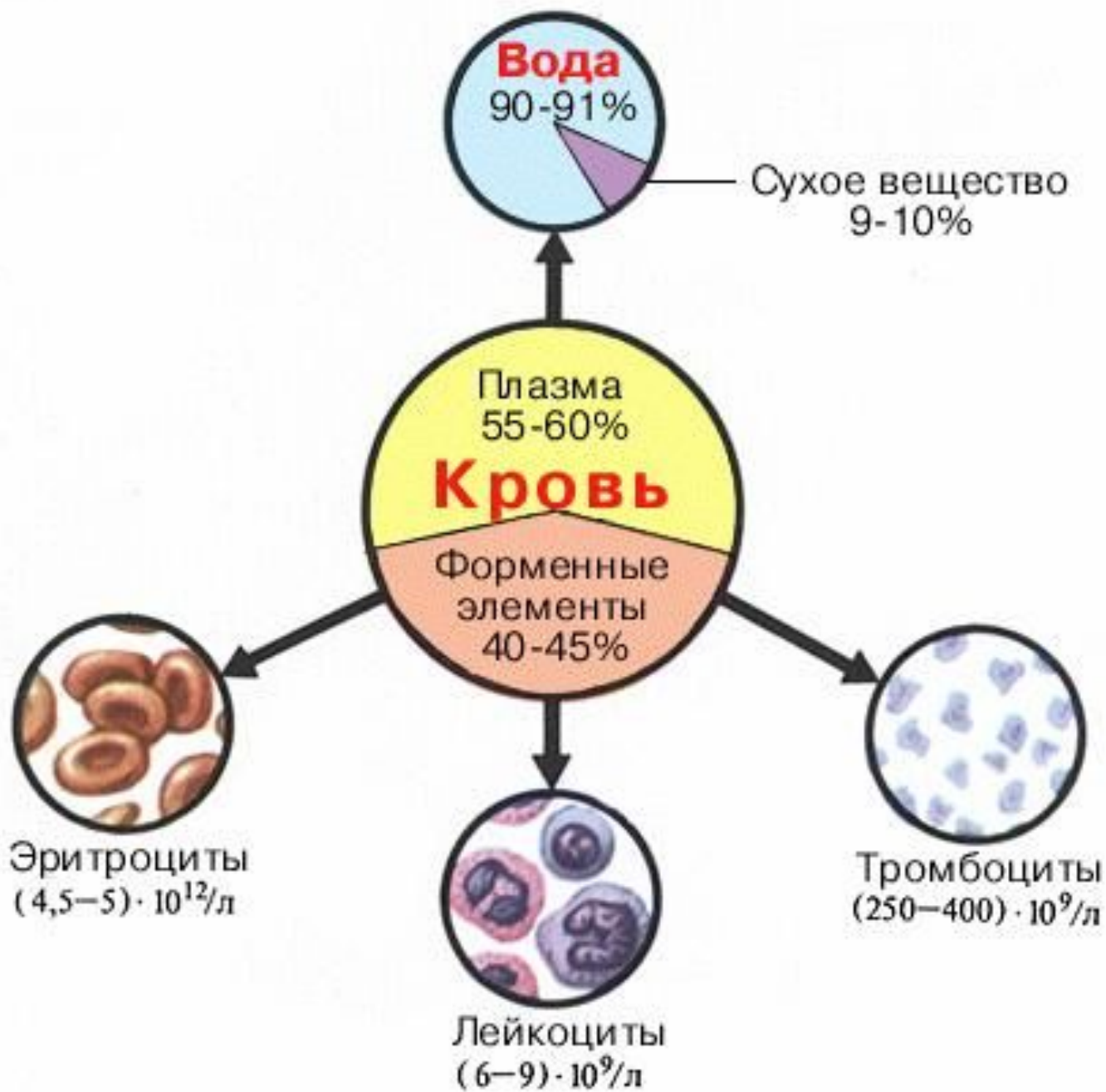
# Кровь

Форменные элементы: эритроциты ( $5 \text{ млн./мм}^3$ ), лейкоциты ( $4-9 \text{ тыс./мм}^3$ ), тромбоциты ( $300 \text{ тыс./мм}^3$ ).

## Функции крови:

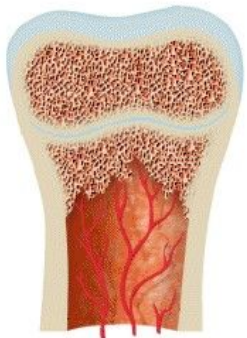
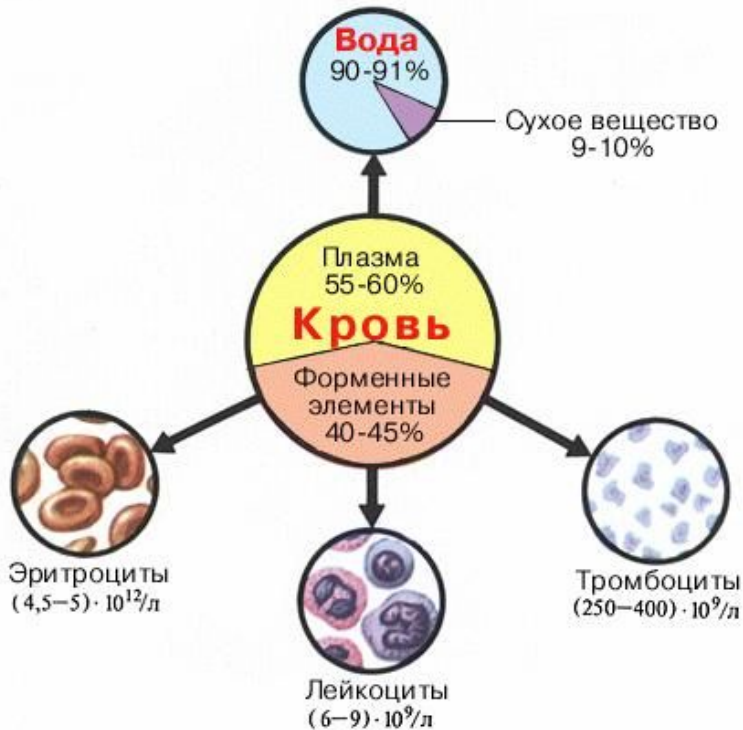
- дыхательная (транспорт газов);
- трофическая (транспорт питательных веществ);
- выделительная (транспорт продуктов обмена к почкам);
- терморегуляторная (участие в теплоотдаче);
- защитные (борьба с микроорганизмами, свертывание крови);
- участие в гуморальной регуляции (транспорт гормонов);
- гомеостатические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





# Эритроциты

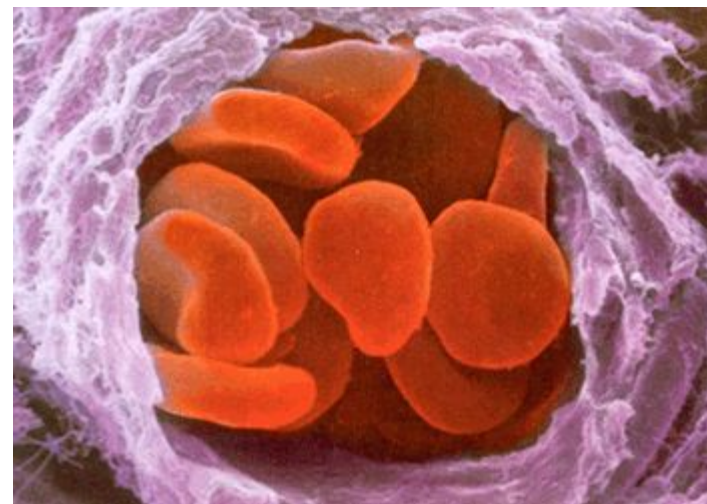
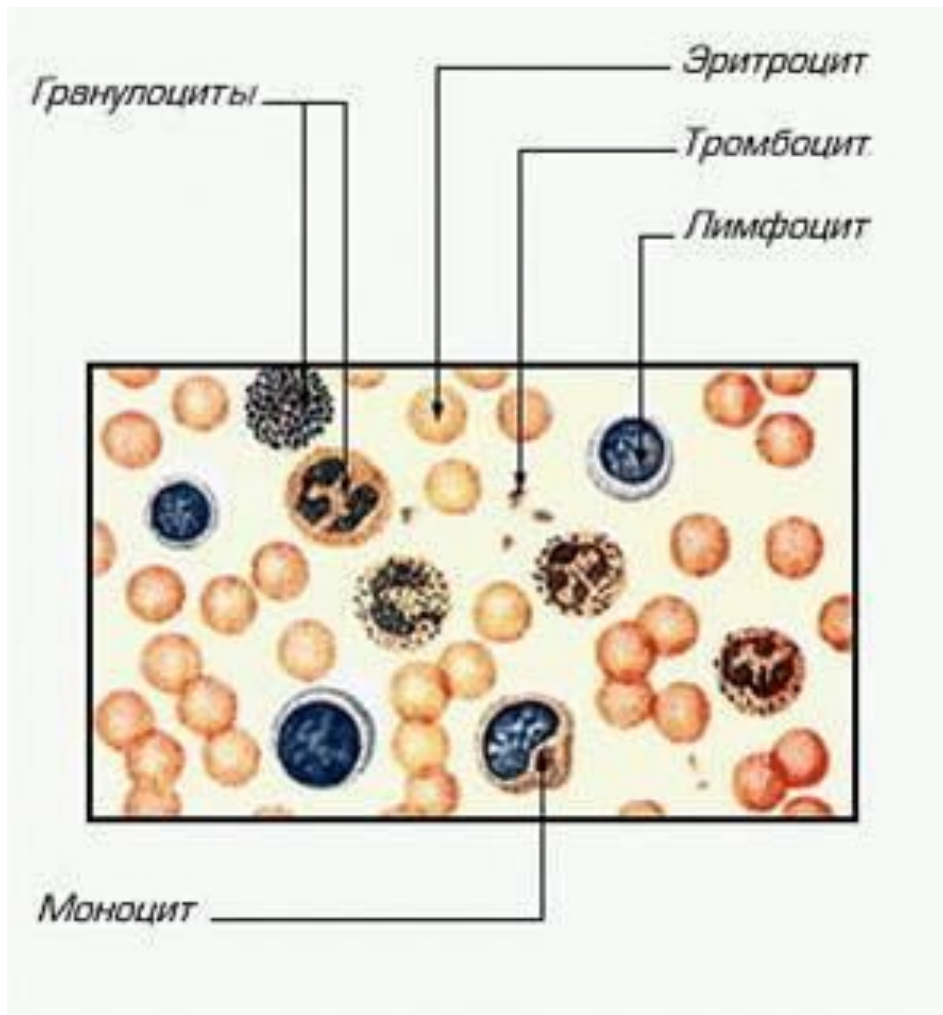
Кровь недаром называют «зеркалом здоровья», состав плазмы и количество форменных элементов крови поддерживается на определенном уровне. Изменение содержания в крови сахара, мочевины, количества эритроцитов, лейкоцитов или тромбоцитов, изменение вязкости крови — все это свидетельствует о тех или иных заболеваниях организма.



## Эритроциты, переливание крови:

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

# Эритроциты





# Эритроциты

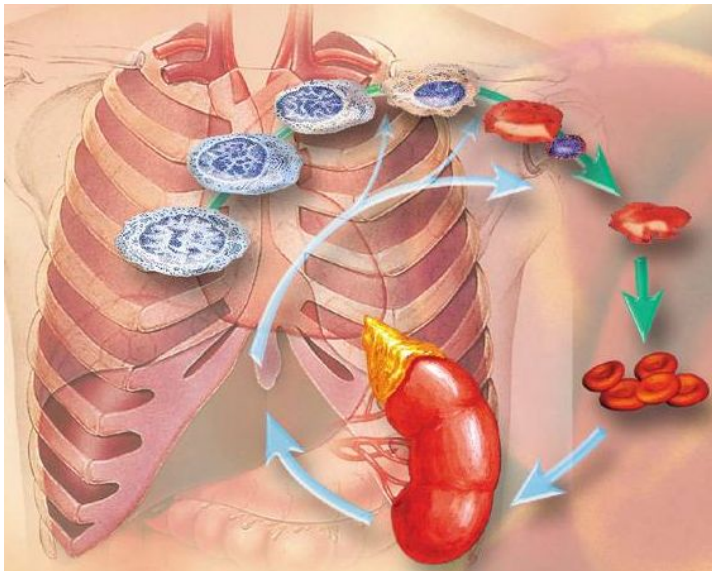


## *Строение.*

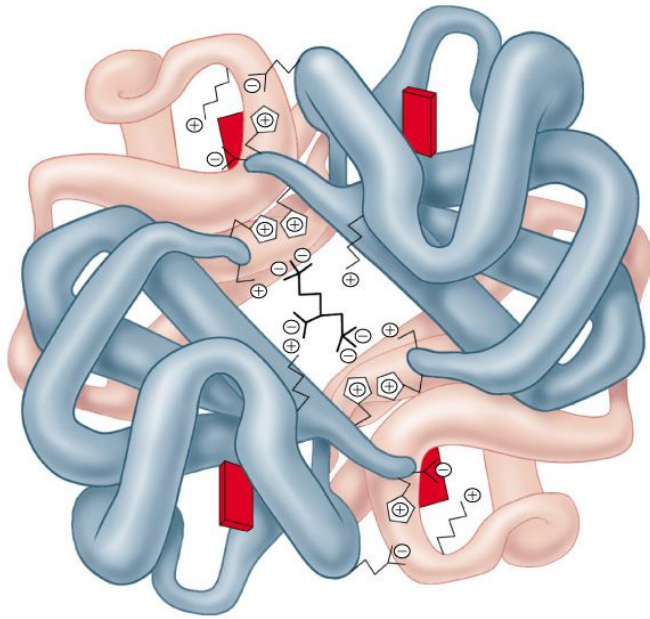
Зрелые эритроциты — безъядерные клетки двояковогнутой формы. Клеточная оболочка может содержать *агглютиногены А*, или *В*,  $Rh^+$  — белок, другие белки. Под оболочкой находится цитоплазма с большим количеством гемоглобина (*ядро и другие органоиды клетки у зрелых эритроцитов человека полностью отсутствуют*).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

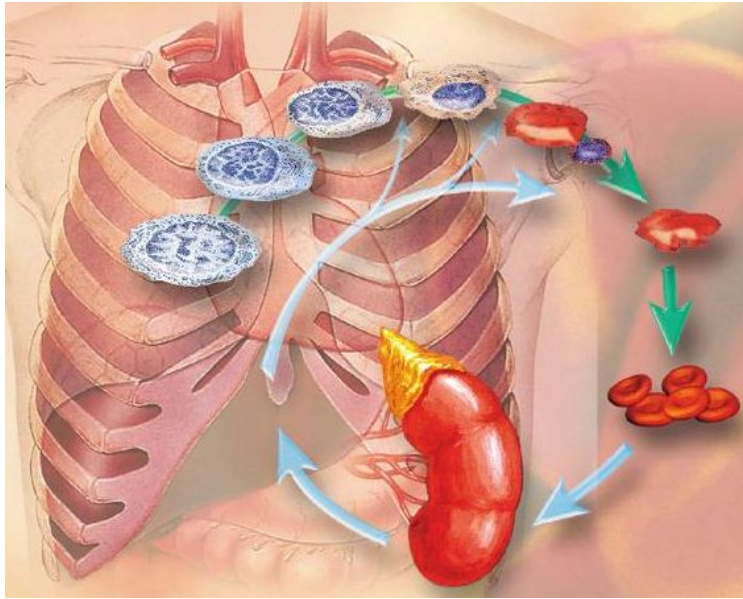
Гемоглобин легко соединяется с кислородом:  $\text{Hb} + 4\text{O}_2 = \text{Hb}(\text{O}_2)_4$ , это соединение называется *оксигемоглобином*;

соединение Hb с углекислым газом — *карбгемоглобином*;

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



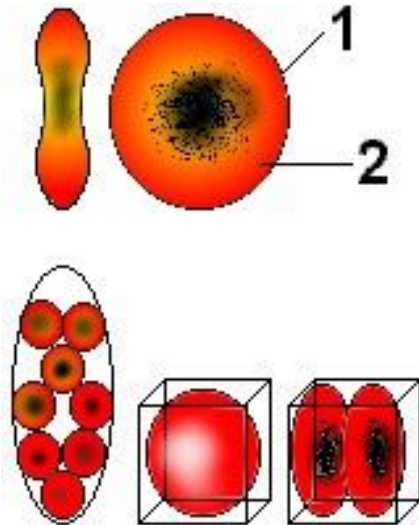
# Эритроциты



Транспорту газов способствуют:

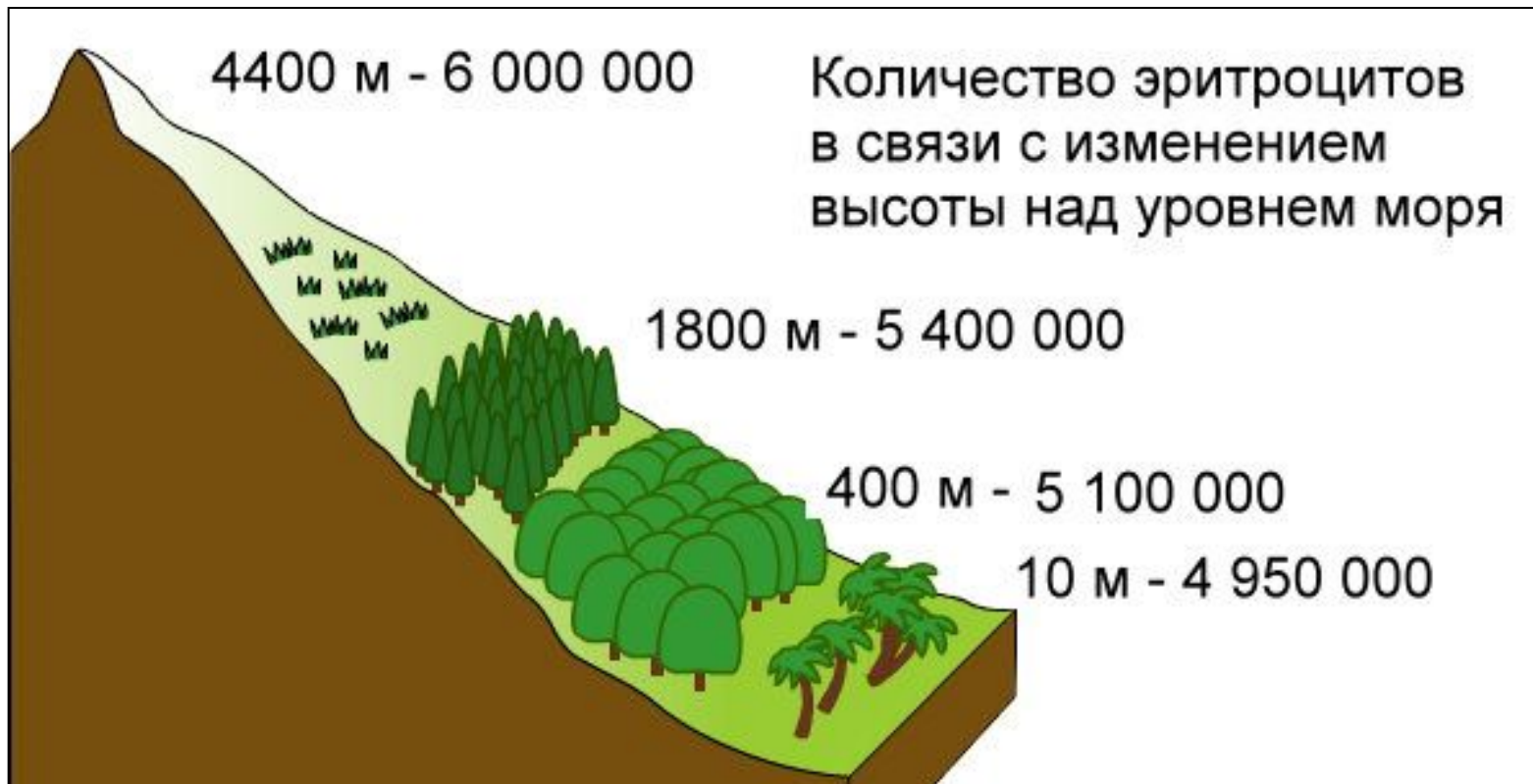
- **небольшие размеры эритроцитов**, (чем больше требуется кислорода данному виду млекопитающих для жизнедеятельности, тем меньше размеры эритроцитов);
- **двояковогнутая форма** облегчает диффузию газов внутрь клетки и дает возможность деформации клетки при прохождении через капилляры;
- **количество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

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

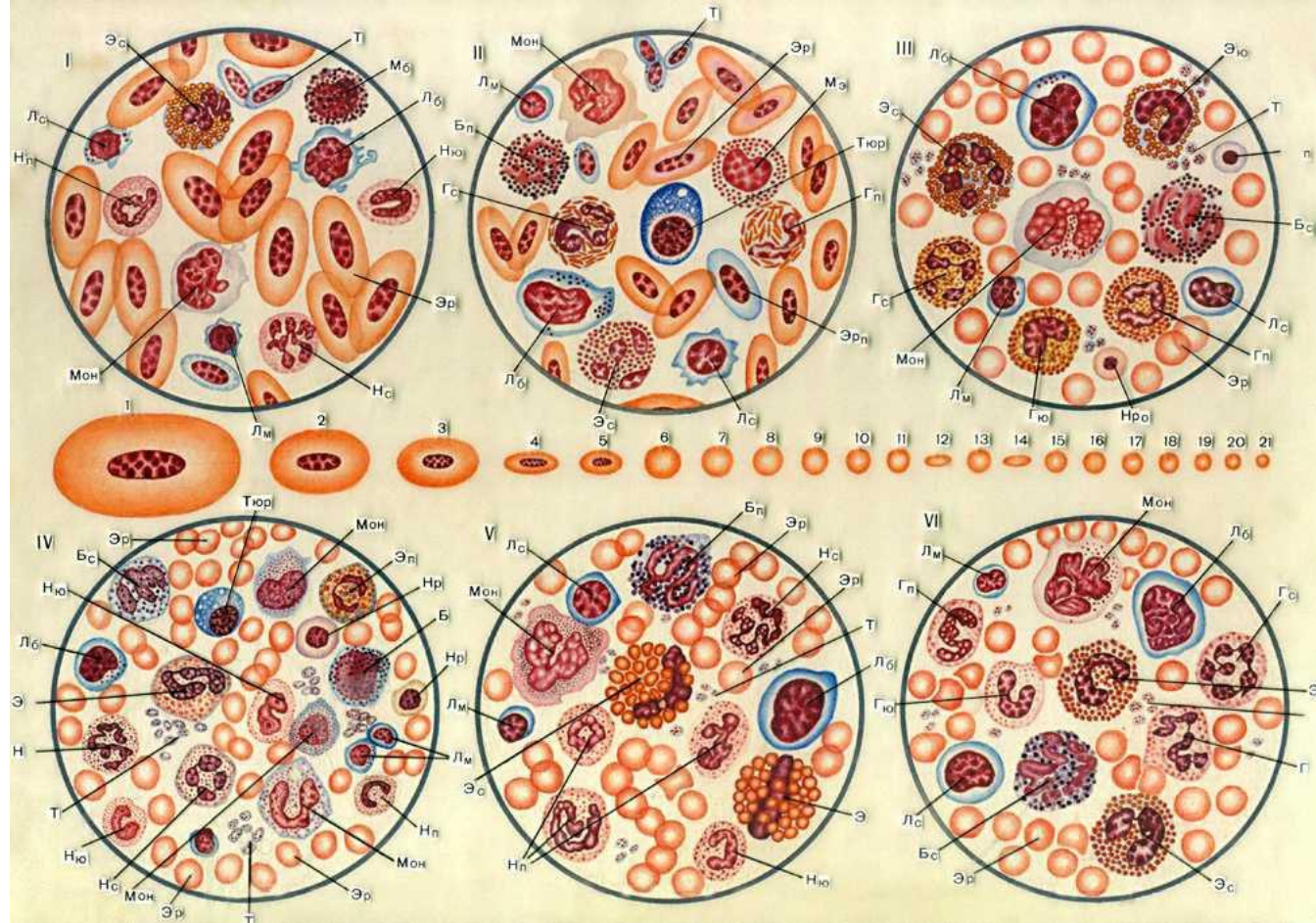




# Эритроциты



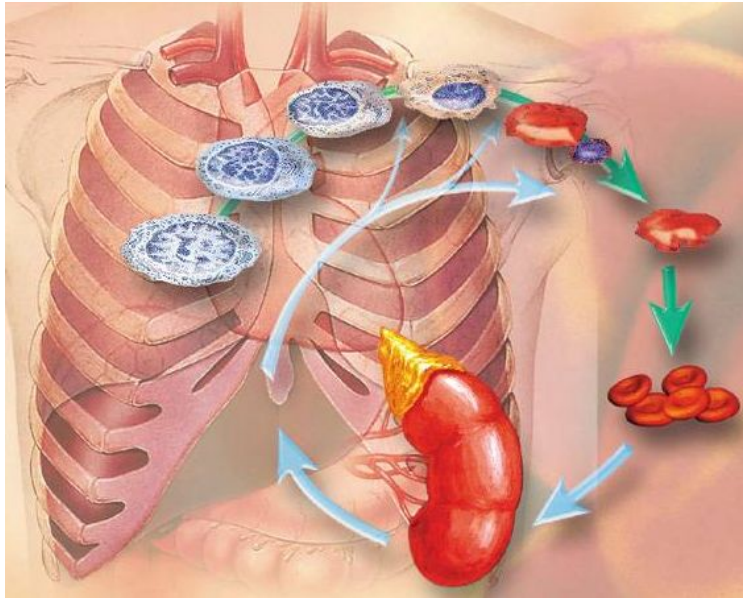




I - лягушка; II - курица; III - кролик; IV - человек; V - лошадь; VI - крупный рогатый скот.  
 Б - базофил (Бп - палочкоядерный, Бс - сегментоядерный); Э - эозинофил (Эю - юный, Эп - палочкоядерный, Эс - сегментоядерный); Г - гранулоцит, или псевдоэозинофил (Гю - юный, Гп - палочкоядерный, Гс - сегментоядерный); 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*. Причиной анемии может быть уменьшение числа эритроцитов, количества гемоглобина, недостаток витамина В<sub>12</sub> и железа в пищевых продуктах, кровопотеря.

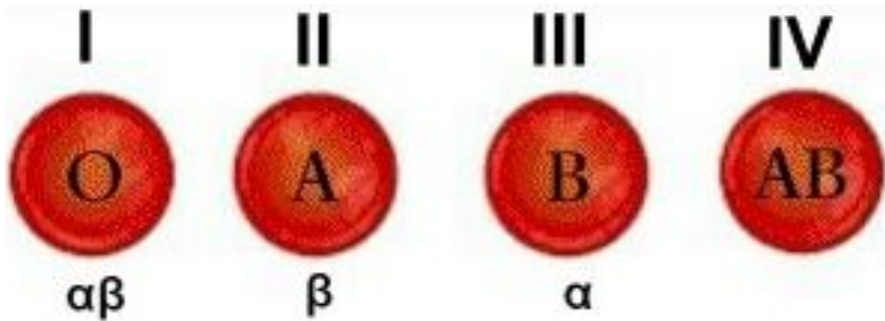
*Переливание крови, Rh-фактор.*



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



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

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

В нашей стране население распределяется по группам крови приблизительно так:

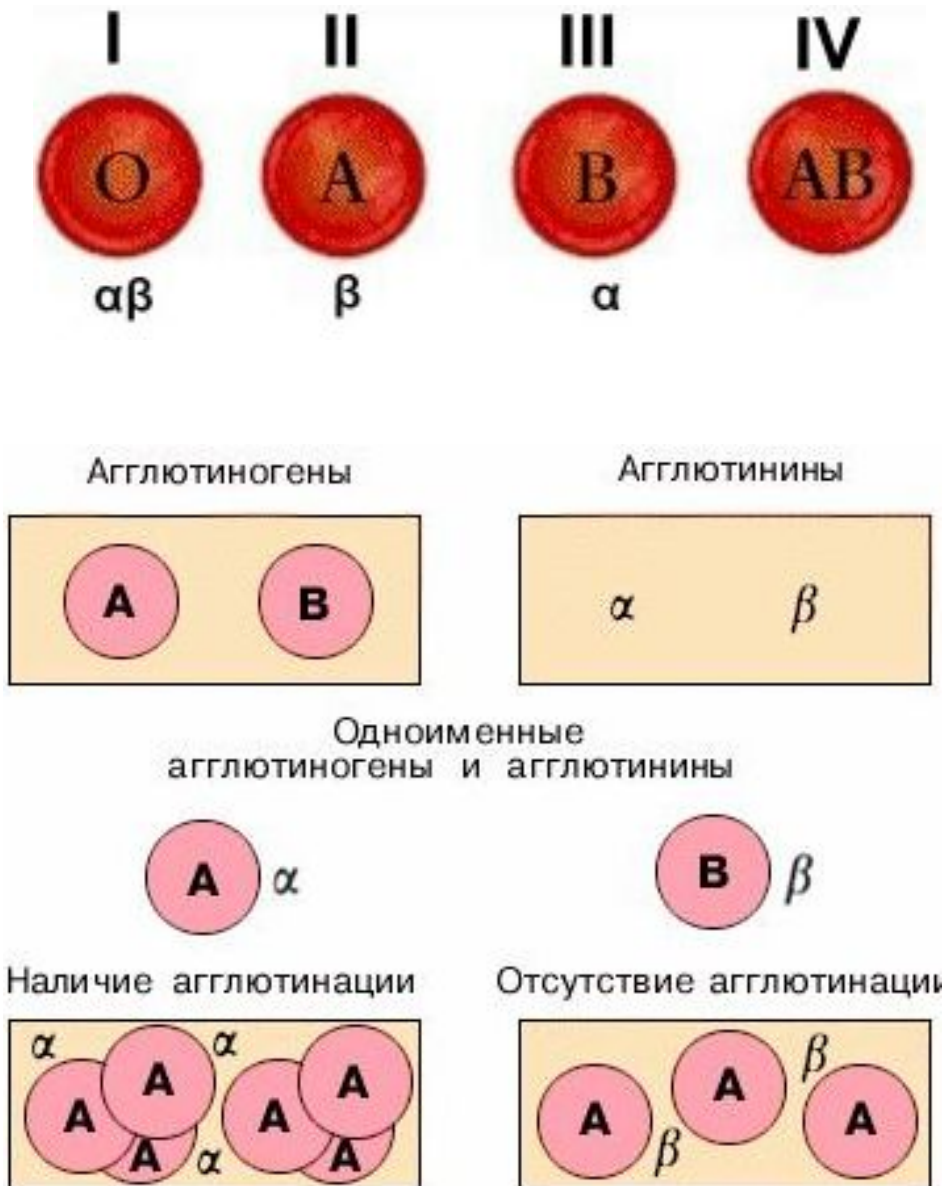
I группа — 35%;

II группа — 36%;

III группа — 22%;

IV группа — 7%.

# Переливание крови

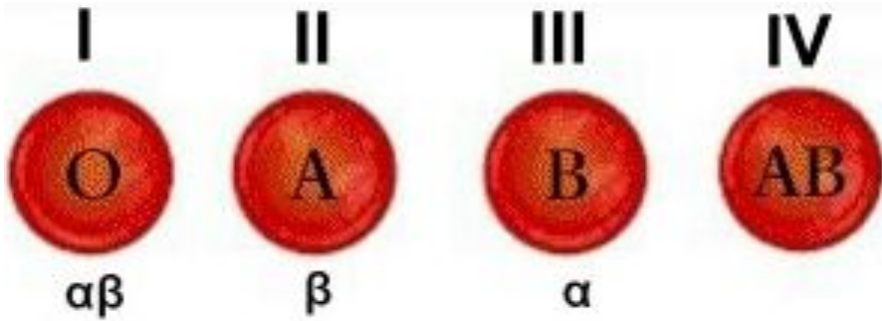


В плазме крови человека могут находиться особые белки названные *агглютинидами*, которые взаимодействуют с *агглютиногенами* в мембране эритроцитов, вызывая их агглютинацию.

Известно, что *агглютинин  $\alpha$* , содержащийся в плазме, склеивает эритроциты, содержащие в своей мембране *агглютиноген A*; *агглютинин  $\beta$*  — склеивает эритроциты, содержащие в своей мембране *агглютиноген B*.



# Переливание крови

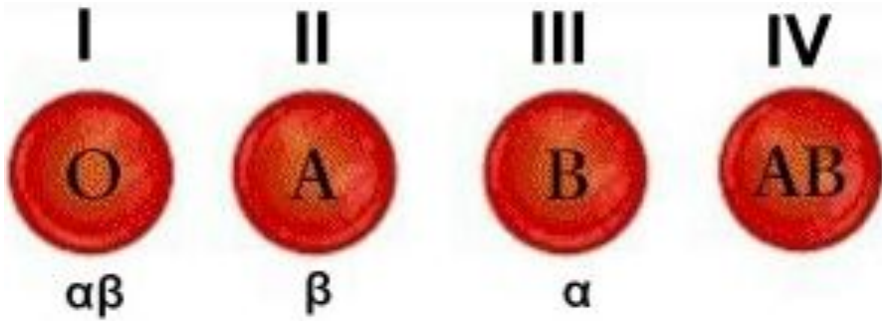


Возможна *частичная агглютинация* (— +) если агглютинидами крови донора склеивается часть эритроцитов реципиента.

		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



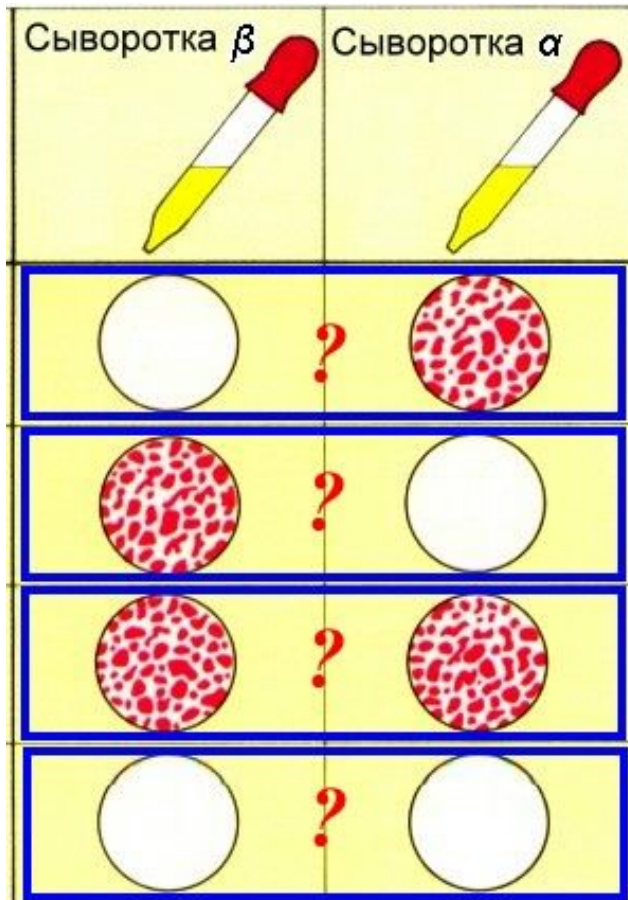
Четвертая группа крови не содержит в плазме агглютинины и не склеивает эритроциты крови донора любой группы, называется *универсальным реципиентом*, но возможна частичная агглютинация собственных эритроцитов агглютинами плазмы донора.

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

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

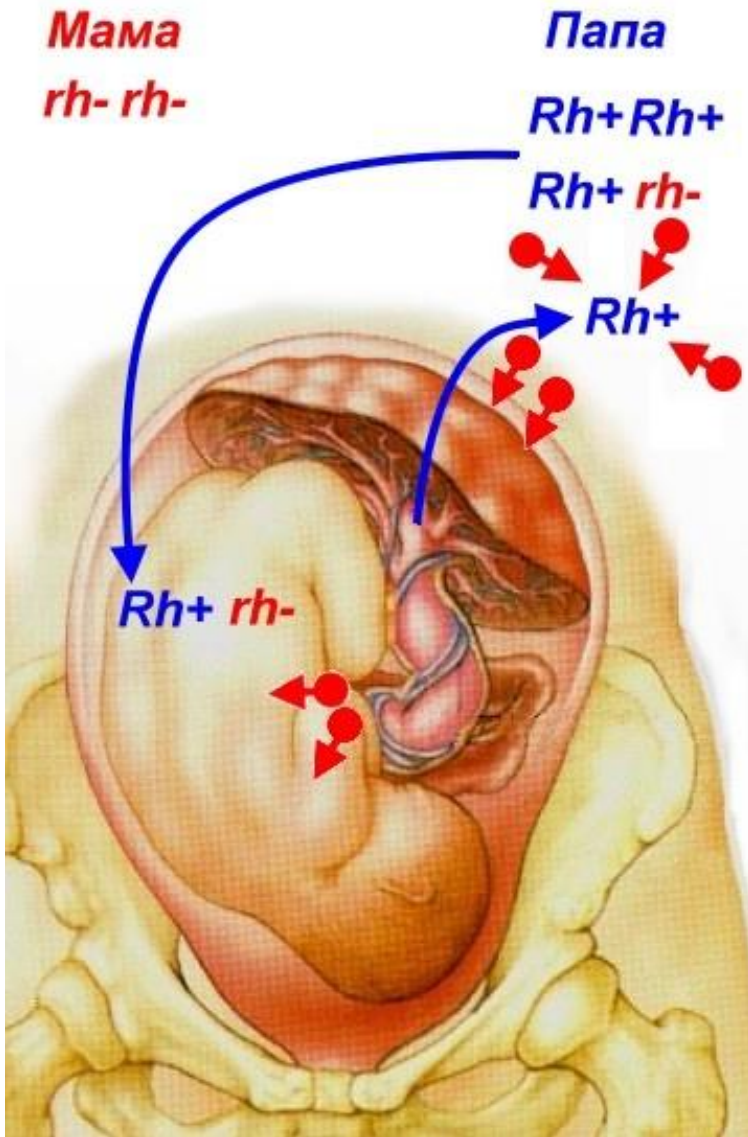


# Определение группы крови



		Донор			
		○ $\alpha \beta$	A $\beta$	B $\alpha$	AB
Реципиент	○ $\alpha \beta$	○ —	●	●	●
	A $\beta$	○ —+	○ —	●	●
	B $\alpha$	○ —+	●	○ —	●
	AB	○ —+	○ —+	○ —+	○ —

# Гемотрансфузионный шок, резус-конфликт

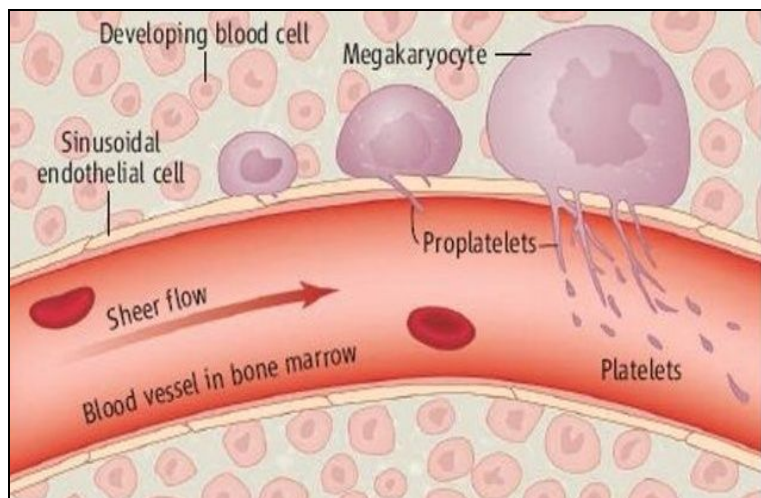


1940 году К.Ландштейнер обнаружил, что 85% людей в мембранах эритроцитов содержат белок резус-фактор ( $Rh^+$ ). При повторном переливании резус-положительной ( $Rh^+$ ) крови, совместимой по системе  $ABO$ , резус-отрицательному ( $rh^-$ ) реципиенту наблюдается **гемотрансфузионный шок**, связанный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



# Свертывание крови

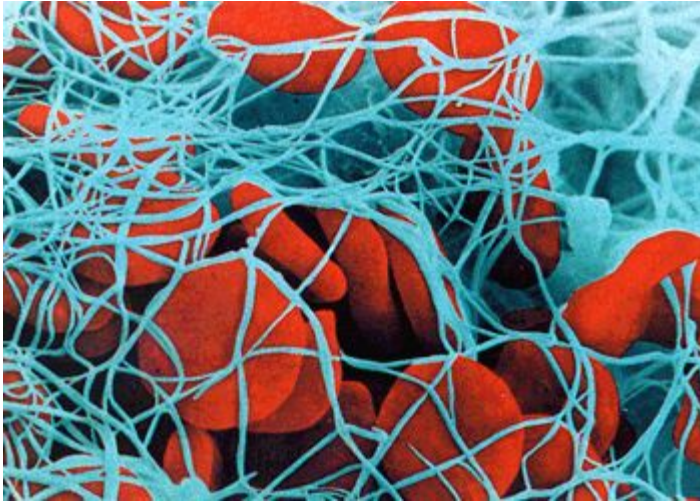


Важнейшая защитная функция крови. На этот процесс влияют 13 факторов, имеющих в плазме крови, а также 12 факторов, выделяемых тромбоцитами. Наиболее важны 6: *фибриноген*, *протромбин*, тканевый и кровяной *тромбопластин*, *ионы  $Ca^{2+}$* , *витамин К*.

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:

1. Виды внутренней среды организма?
2. Из чего образуется лимфа?
3. Сколько белков, жиров, глюкозы и мочевины в плазме крови в норме?
4. Какое давление называют осмотическим и онкотическим?
5. Сколько минеральных солей в плазме крови в норме?
6. Гемолиз (разрушение клеток), в каком растворе он происходит?
7. Что такое физиологический раствор?
8. Что такое сыворотка крови?
9. Сколько эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в  $1 \text{ мм}^3$  крови?
10. Каковы размеры эритроцитов человека?
11. Какие органоиды отсутствуют у взрослых эритроцитов?
12. У кого больше общая поверхность: у теннисных шариков в литровой банке или у гороха в такой же банке?
13. У каких животных общая поверхность эритроцитов в одном  $\text{мм}^3$  должна быть больше: у холоднокровных (пойкилотермных) или теплокровных (гомойотермных)?
14. У каких животных эритроциты должны быть мельче: у холоднокровных (пойкилотермных), или теплокровных (гомойотермных)?
15. Чем отличаются эритроциты рыб и птиц?
16. Чем отличаются эритроциты птиц и млекопитающих?

## Подведем итоги:

17. От брака людей с первой группой крови дети могут иметь:
18. От брака людей, имеющих вторую группу крови, дети могут иметь:
19. От брака людей, имеющих третью группу крови, дети могут иметь:
20. От брака людей, имеющих четвертую группу крови, дети могут иметь:
21. Гемотрансфузионный шок развивается:
22. Резус-конфликт развивается:
23. От брака резус-положительных родителей может родиться ребенок:
24. Число тромбоцитов на  $\text{мм}^3$ :
25. Образуются и разрушаются тромбоциты:
26. Тромб образуется из растворимого белка плазмы:
27. Фибриноген в результате полимеризации превращается:
28. На первой стадии, при разрушении стенок кровеносных сосудов и тромбоцитов выделяется:
29. На второй стадии, в присутствии ионов  $\text{Ca}^{2+}$  под влиянием тромбопластина:
30. На третьей стадии:
31. Сыворотка:
32. Заболевание, связанное с несвертываемостью крови:
33. Свертывание замедляется, если в организме не хватает витамина:
34. Свертыванию крови препятствует белок, входящий в противосвертывающую систему:



# 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



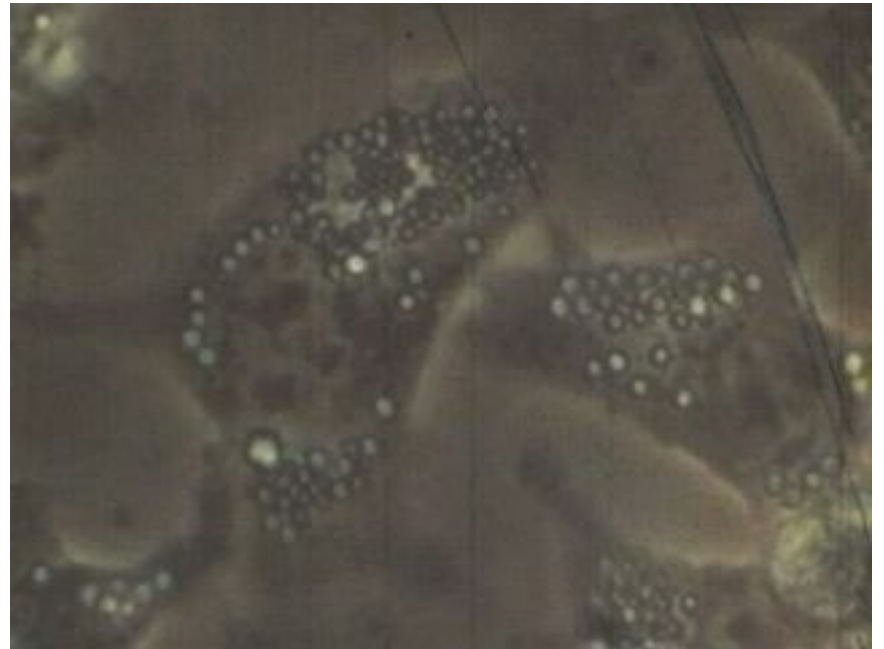
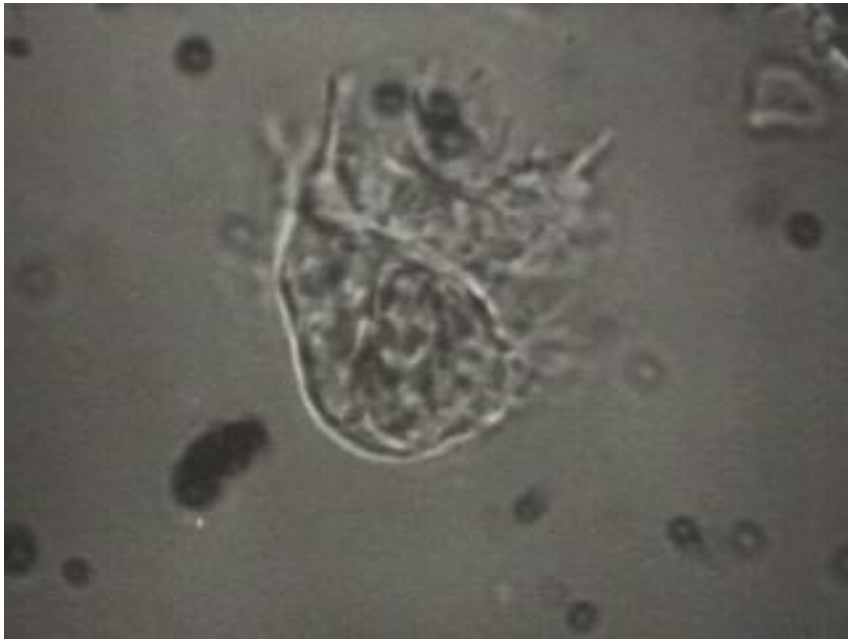
К *агранулоцитам* относятся лимфоциты и моноциты. *Моноциты* – самые активные фагоциты, если выходят из кровеносного русла – становятся макрофагами.

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

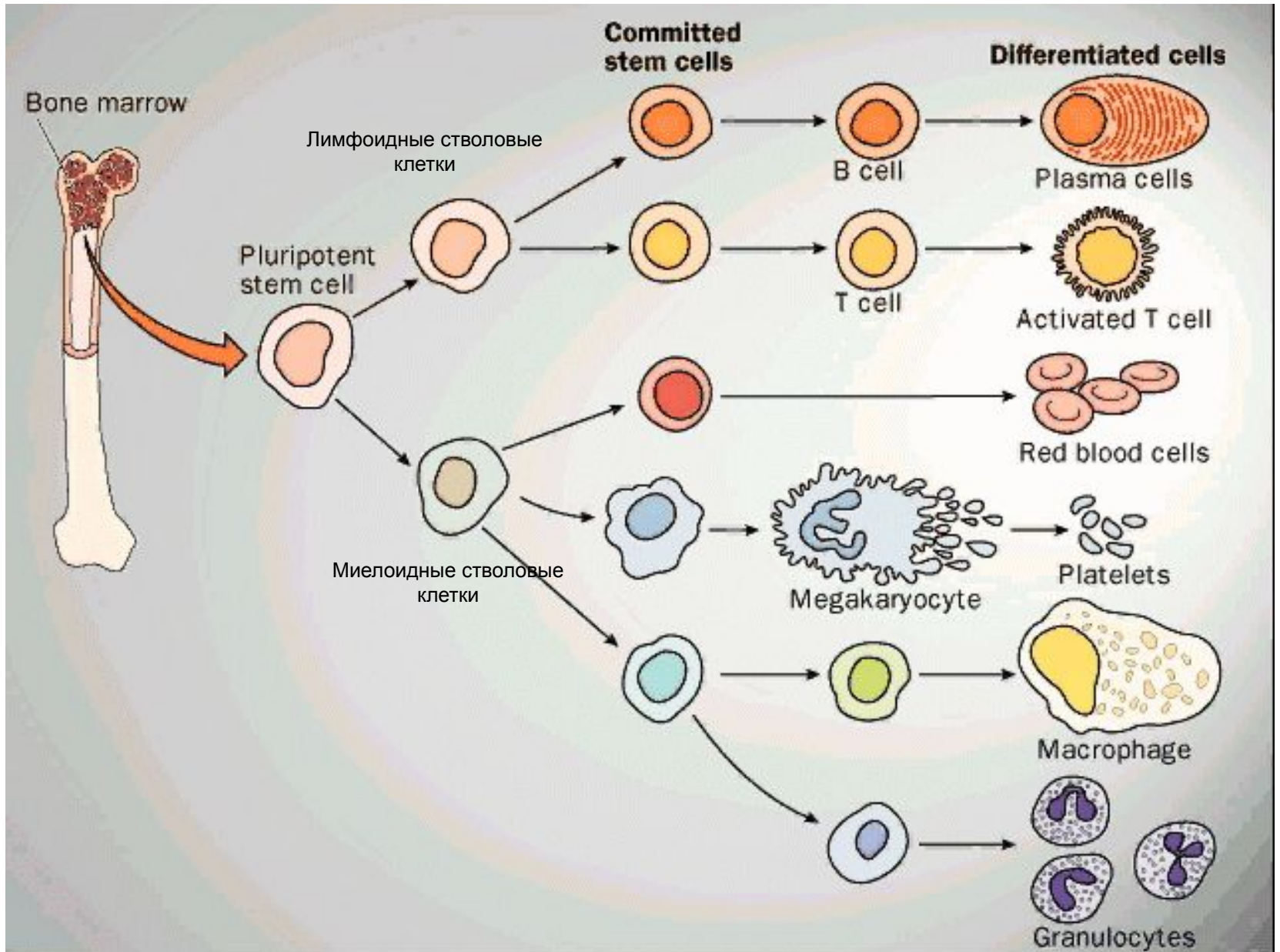
*Т-лимфоциты* заселяют тимус, созревают, превращаясь в *Т-киллеры*, *Т-хелперы* и *Т-супрессоры* и отвечают, совместно с фагоцитами, за *клеточный иммунитет*.



# Лейкоциты, иммунитет



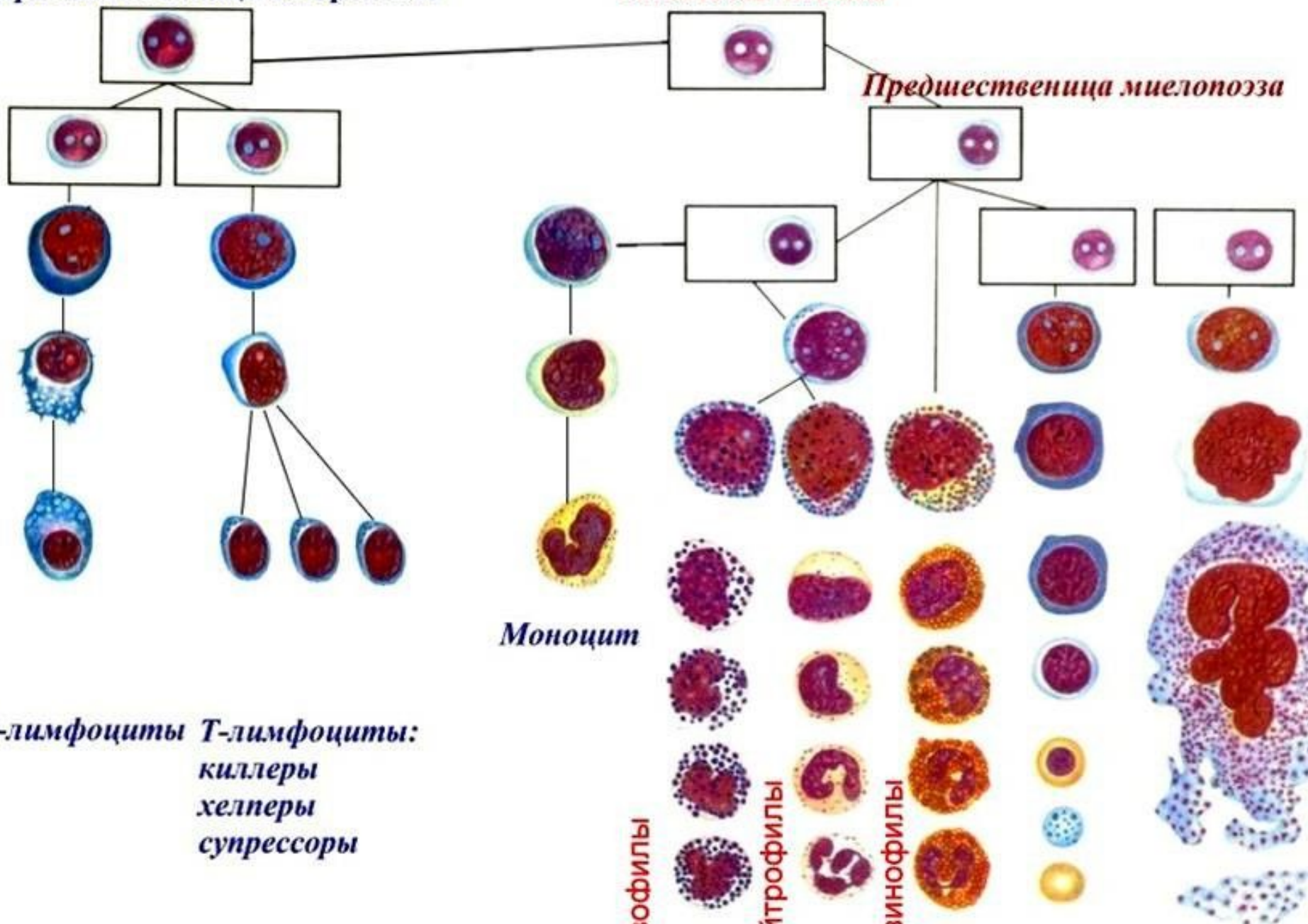
# Лейкоциты, иммунитет



*Предшественница лимфопоэза*

*Стволовая клетка*

*Предшественница миелопоэза*



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

*Базофилы*

*Нейтрофилы*

*Эозинофилы*



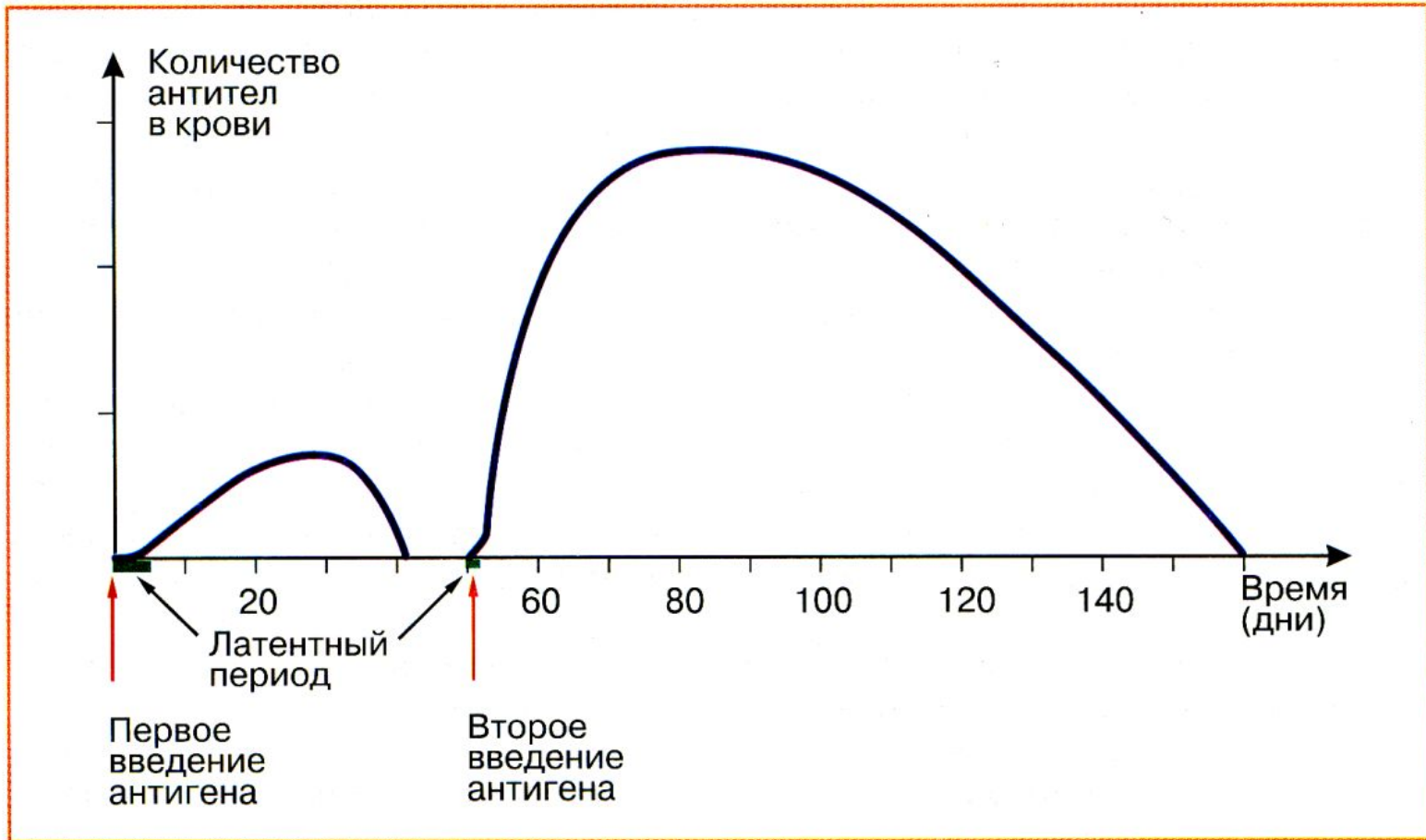
# Лейкоциты, иммунитет



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*.

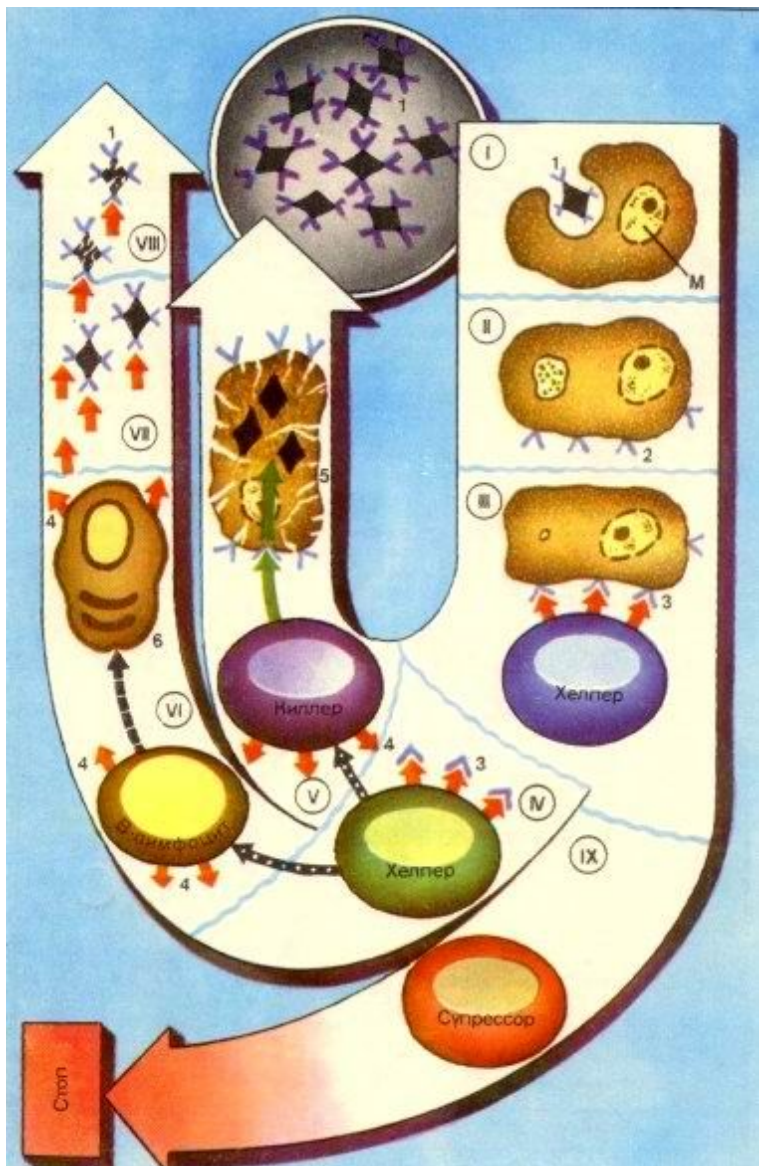
*Часть В-лимфоцитов превращается в клетки иммунологической памяти*, сохраняющиеся в организме человека десятки лет. При повторном попадании в организм микроорганизмов с этими же антигенами, активируются клетки иммунологической памяти и иммунный ответ развивается очень быстро, человек становится невосприимчивым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

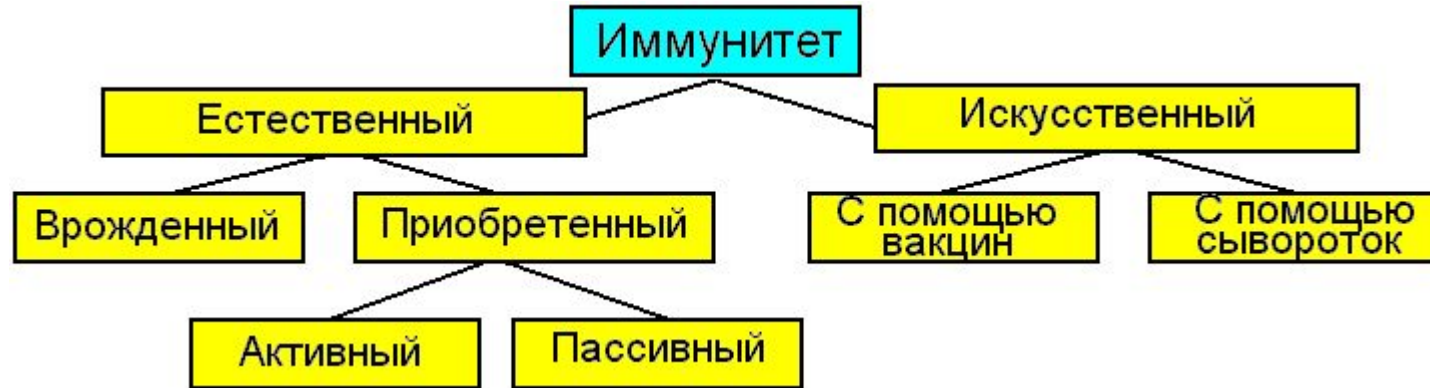
**За гуморальный иммунитет** отвечают **антитела**, вырабатываемы В-лимфоцитами. Под действием веществ, секретируемых Т-лимфоцитами - хелперами, В-лимфоциты превращаются в плазматические клетки и выделяют до 2000 антител в секунду. Антитела связываются с антигенами, затем происходит уничтожение чужеродного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



# Лейкоциты, иммунитет



# Виды иммунитета

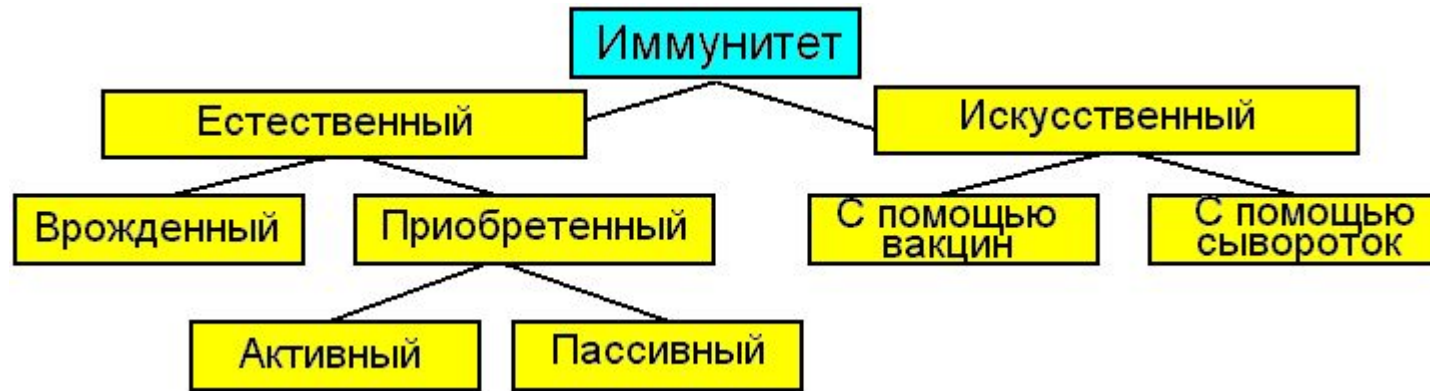


Различают *естественный* и *искусственный* иммунитет. Естественный иммунитет может быть *врожденным* и *приобретенным*.

*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.

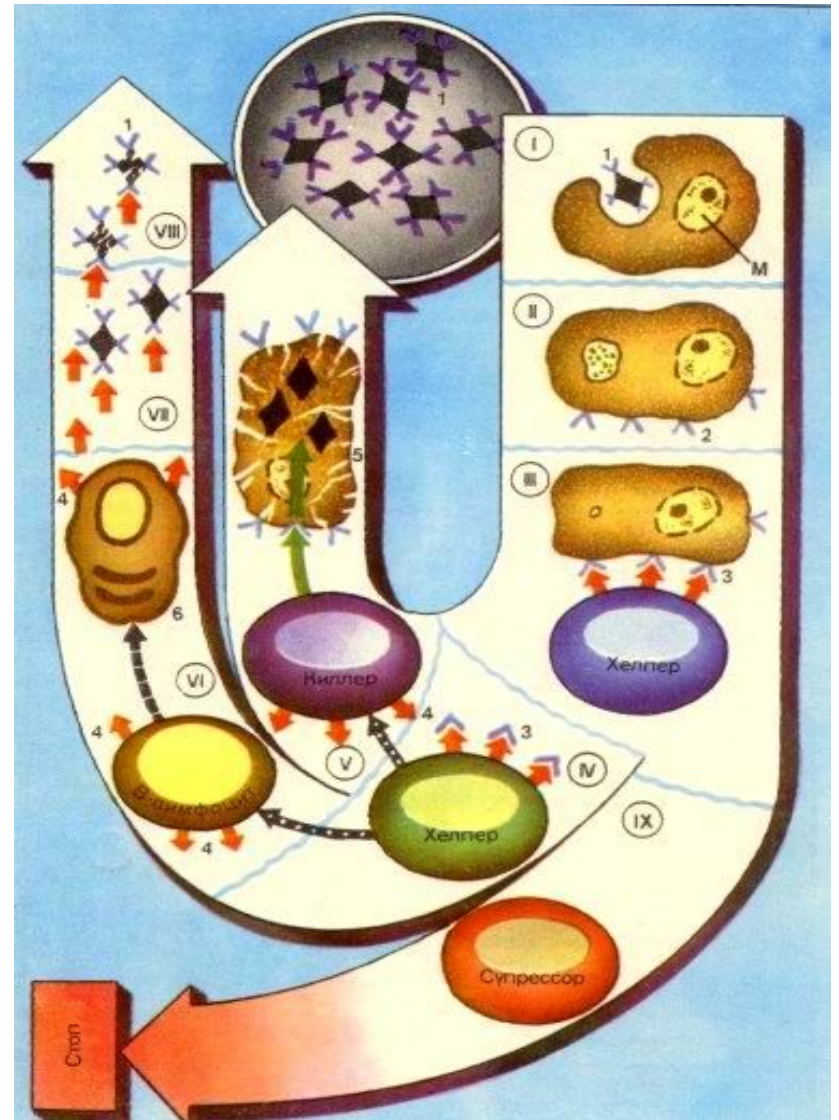
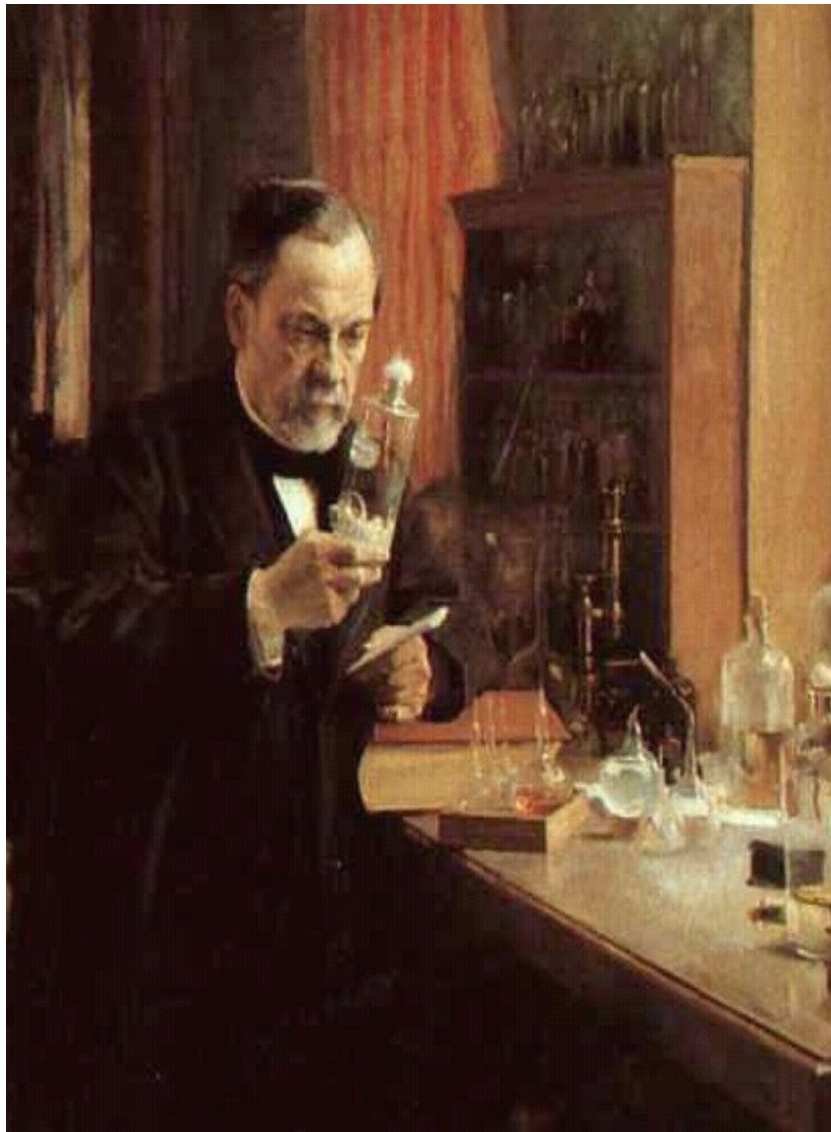
# Виды иммунитета



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 коревой оспы. **Л. Пастер** создал вакцины против куриной холеры, сибирской язвы, бешенства.

# Виды иммунитета





## Подведем итоги:

1. Каково значение фагоцитов в иммунном ответе?
2. Какие лимфоциты относятся к Т-лимфоцитам:
3. Виды Т-лимфоцитов:
4. Значение В-лимфоцитов:
5. Значение Т-лимфоцитов хелперов:
6. Каким образом Т-лимфоциты киллеры участвуют в иммунном ответе?
7. Где образуются и сколько живут лейкоциты?
8. Нейтрофилы и их функции:
9. Эозинофилы и их функции:
10. Базофилы и их функции.
11. Моноциты и их функции.
12. Какие клетки крови поражает в первую очередь вирус, вызывающий СПИД?
13. Кто открыл явление фагоцитоза?
14. В чем заслуга Пауля Эрлиха?
15. Вклад в Э.Дженнера в создание учения об иммунитете:
16. Вклад в Л.Пастера в создание учения об иммунитете:
17. Что такое иммунитет:
18. Что такое вакцина:
19. Что такое лечебная сыворотка:
20. Какие виды естественного иммунитета вам известны?
21. Какие виды искусственного иммунитета вам известны?