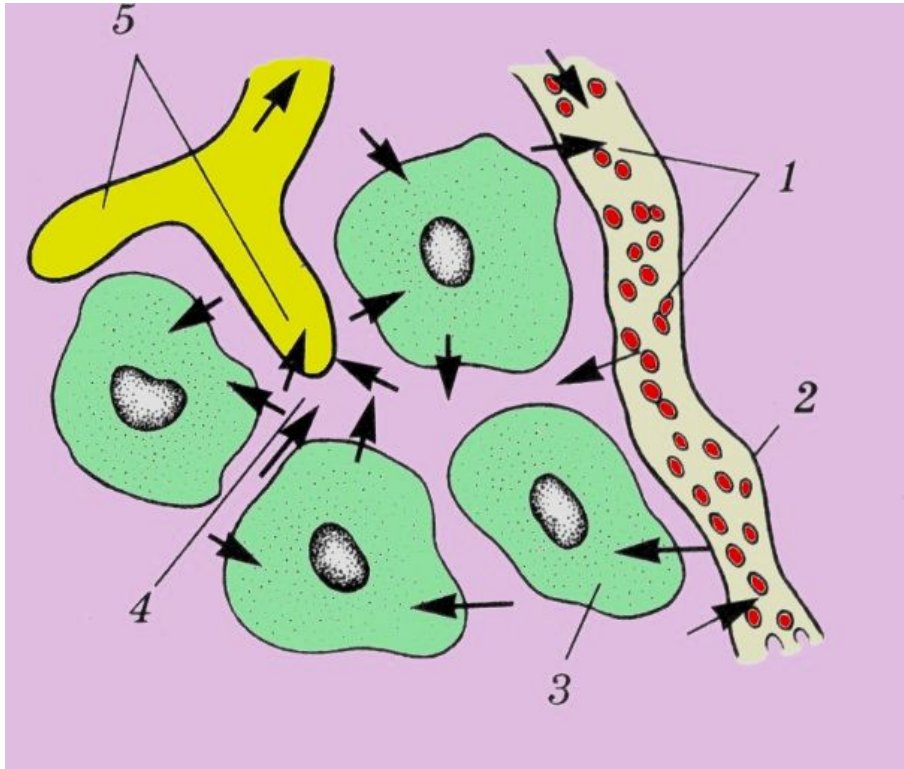


*Внутренняя среда
организма. Кровь*

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

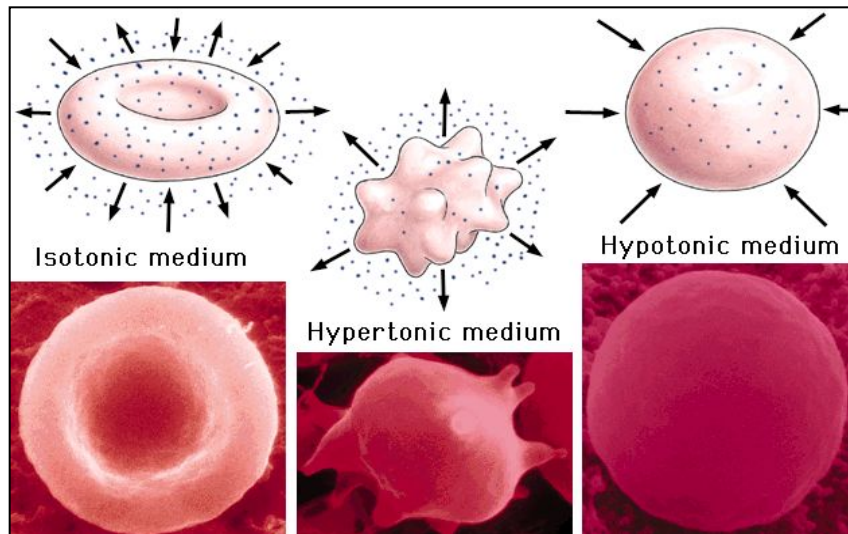
3. Кровь (около 5л). Разновидность соединительной ткани, состоит из плазмы крови — 55% и форменных элементов — около 45%.

Плазма состоит из неорганических и органических веществ.

Неорганические: вода — до 90%, минеральные вещества — 0,9% (ионы Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , H_2PO_4^- , HCO_3^-).

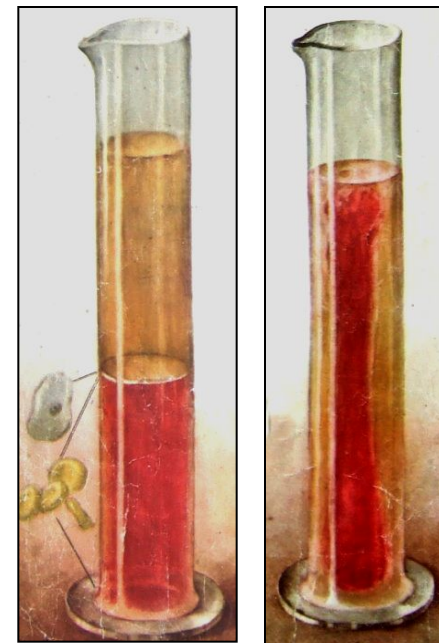
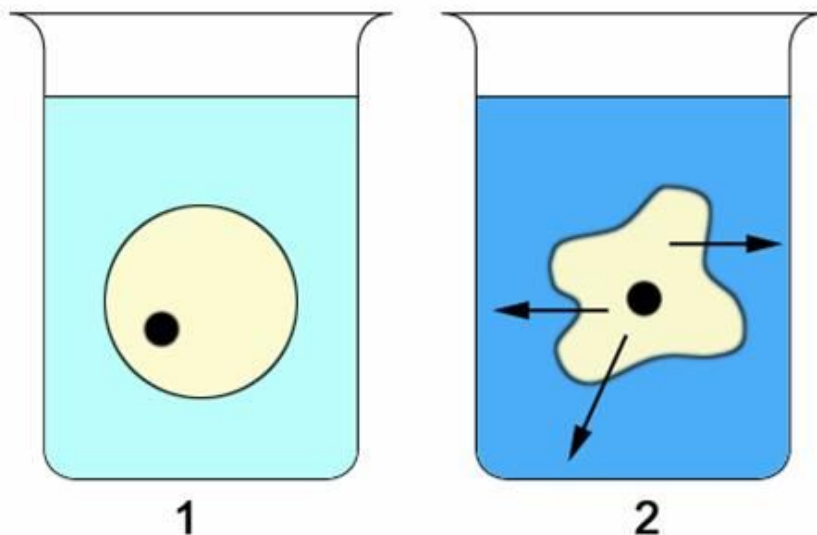
Концентрация солей относительно постоянна, если их мало — плазма становится **гипотонической**, вода уходит в клетки и увеличивает их объем, если среда **гипертоническая** — клетки теряют воду, в обоих случаях нарушается их жизнедеятельность.

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:

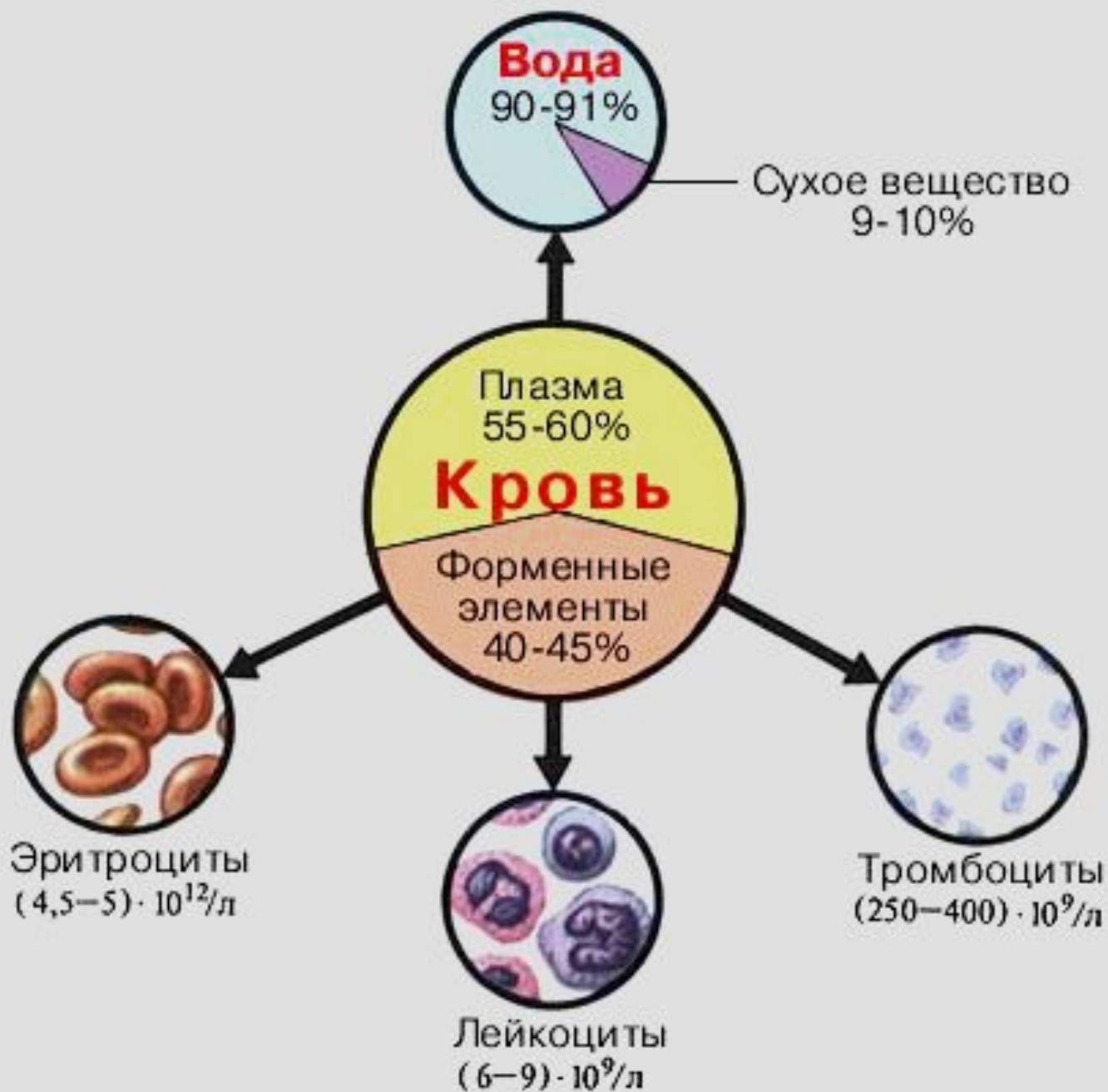
эритроциты (4,5-5 млн/мм³),

лейкоциты (4-9 тыс./мм³),

тромбоциты (250-400 тыс./мм³).

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?

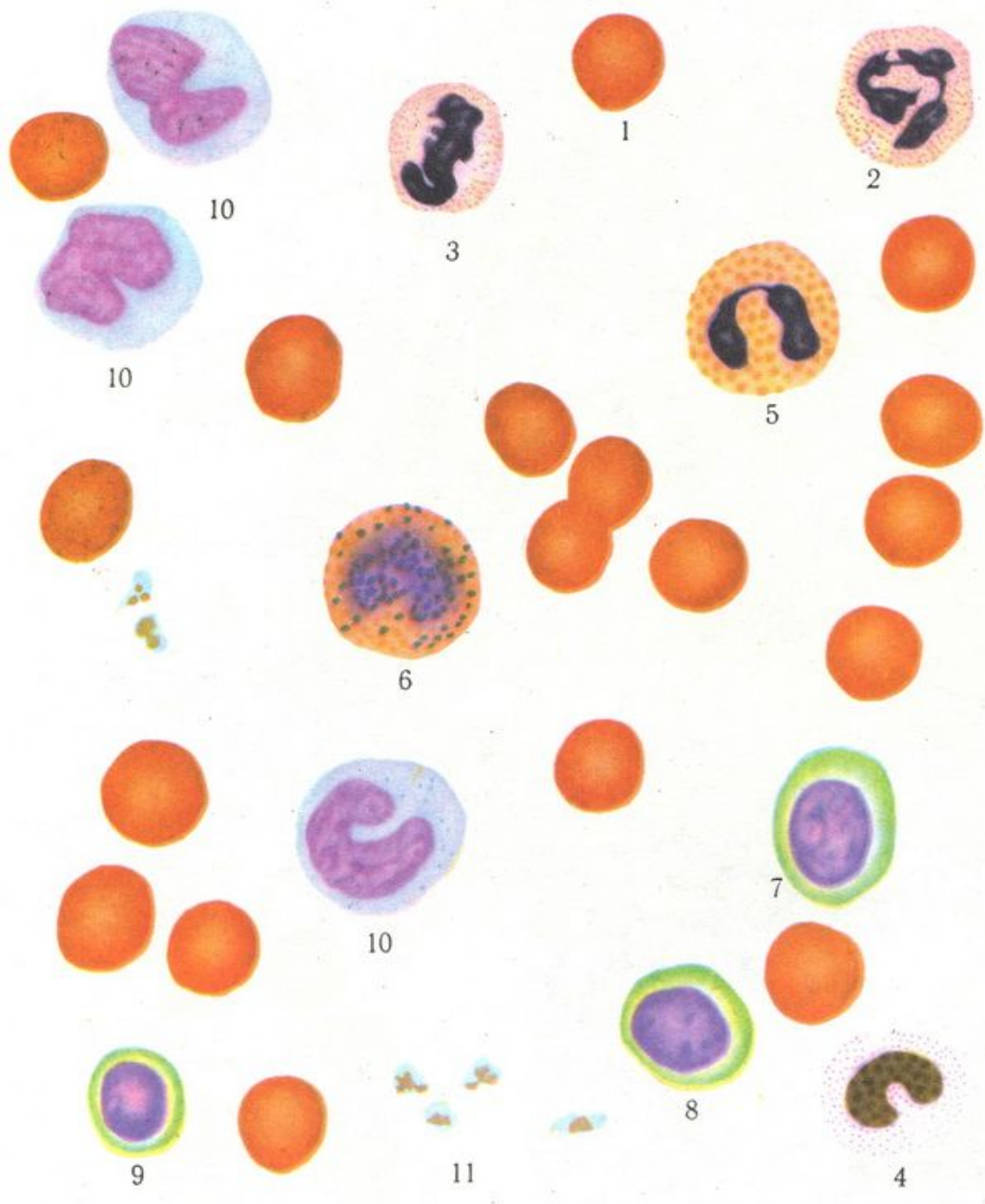
Раствор, содержащий столько же глюкозы и солей, как и плазма крови.

Что такое сыворотка крови?

Плазма крови без фибриногена.

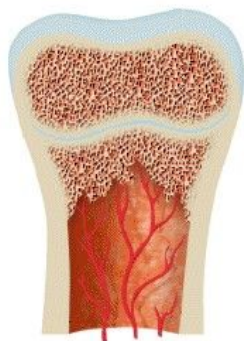
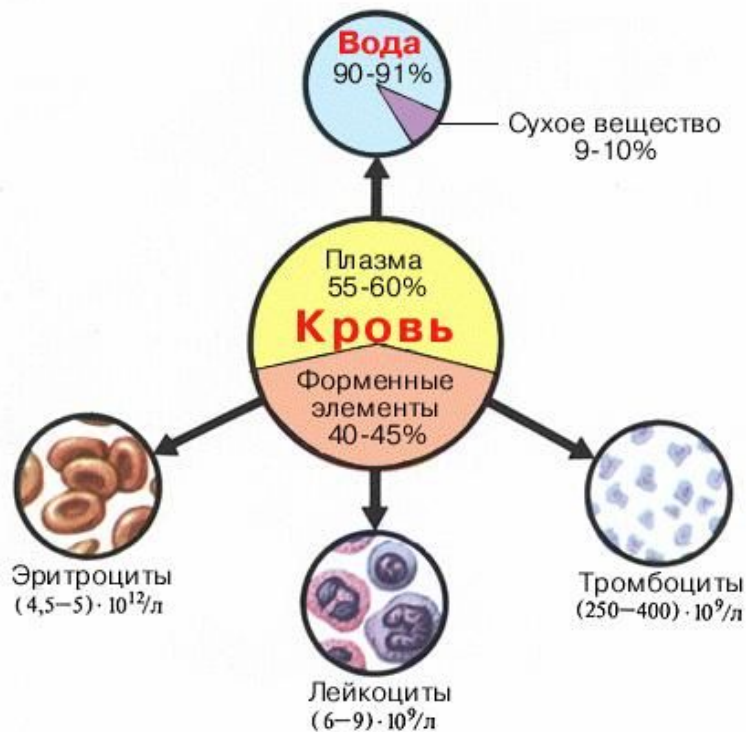
Сколько эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в 1 мм^3 крови?

Эритроцитов 5 млн/ мм^3 , лейкоцитов 4-9 тыс/ мм^3 и тромбоцитов 300 тыс/ 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).

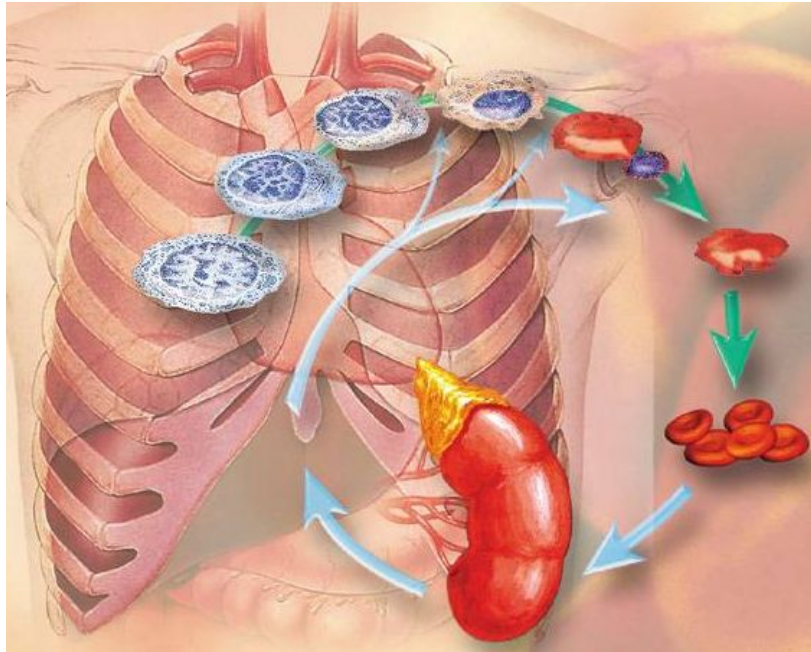


Кровь недаром называют «**зеркалом здоровья**», состав плазмы и количество форменных элементов крови поддерживается на определенном уровне. Изменение содержания в крови сахара, мочевины, количества эритроцитов, лейкоцитов или тромбоцитов, изменение вязкости крови — все это свидетельствует о тех или иных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



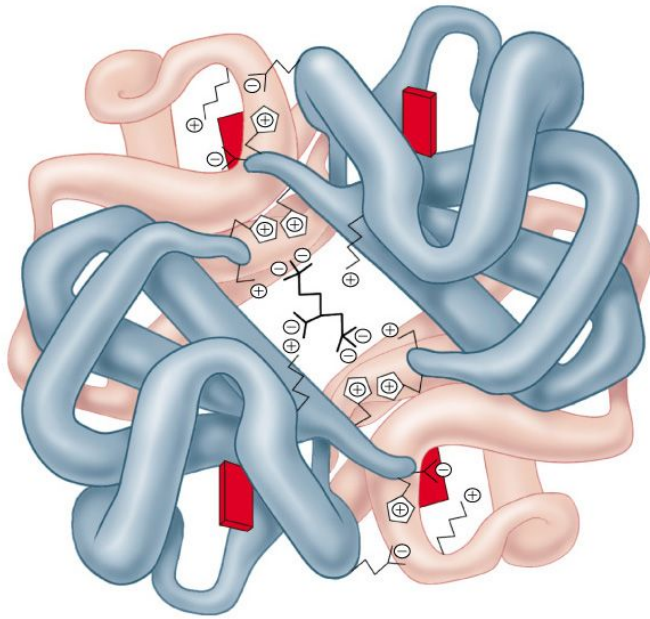
Строение

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 Fe^{2+} и молекулы *глобина* из четырех полипептидных цепей (2 α -цепи и 2 β -цепи).

Гемоглобин легко соединяется с кислородом:

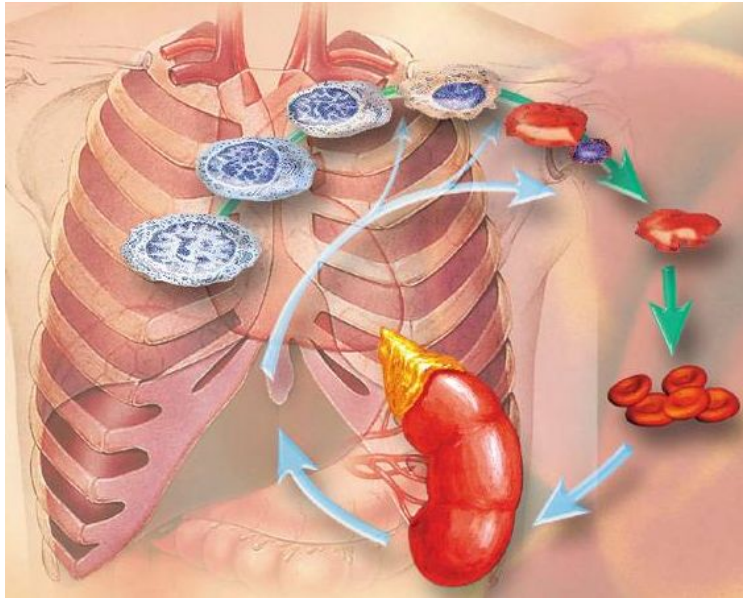
$\text{Hb} + 4\text{O}_2 = \text{Hb}(\text{O}_2)_4$, это соединение называется *оксигемоглобином*;

соединение Hb с углекислым газом — *карбгемоглобином*;

с угарным газом — *карбоксигемоглобином*, причем сродство к угарному газу у гемоглобина в 300 раз выше, чем к O_2 .



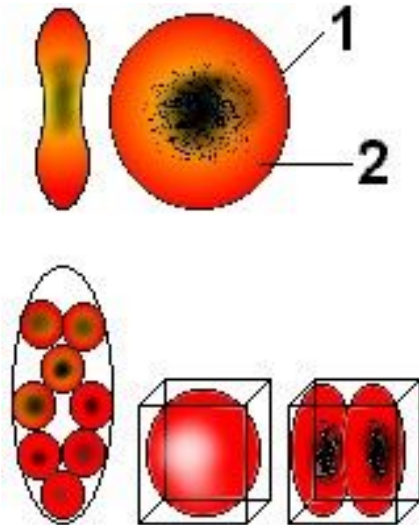
Эритроциты



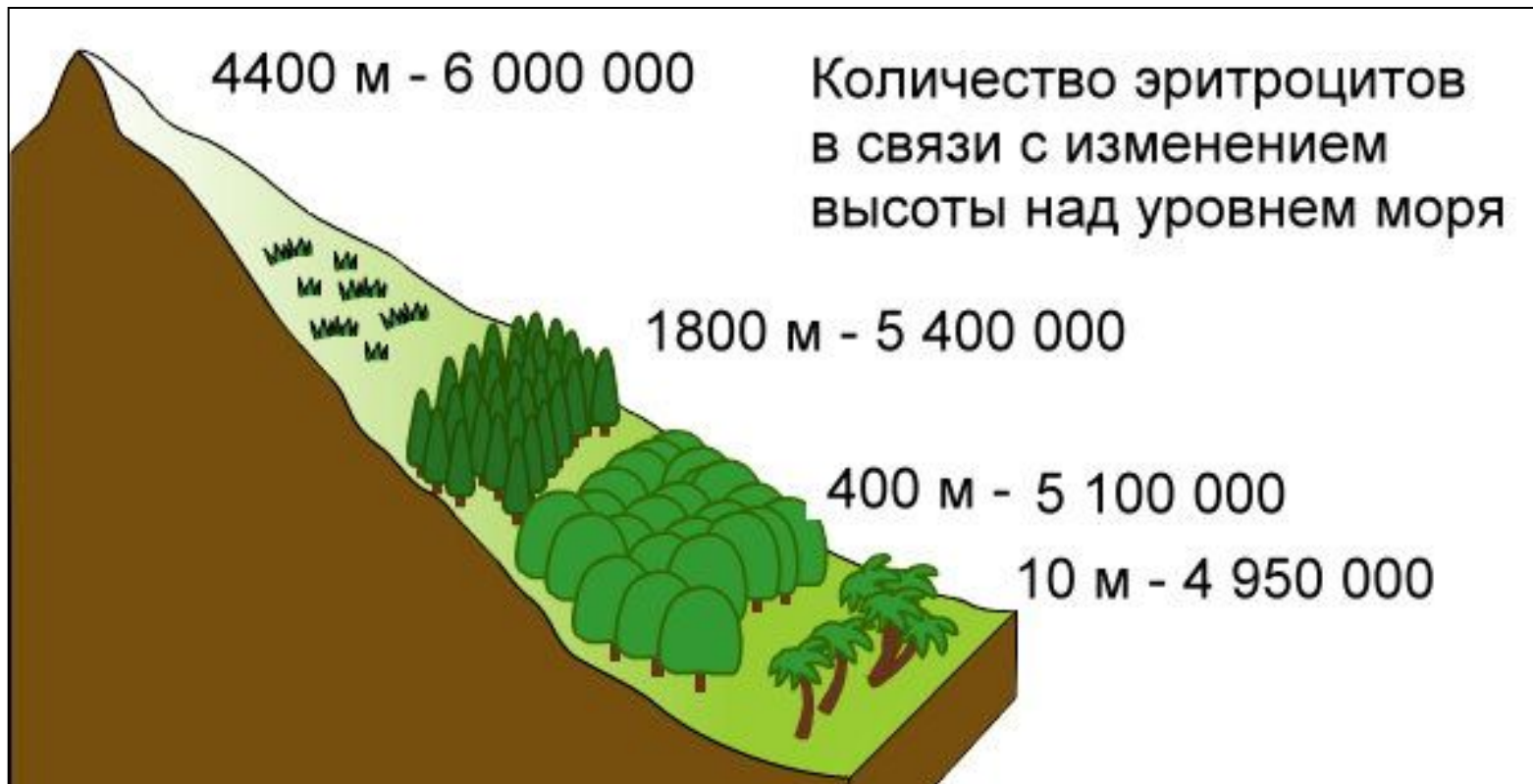
Транспорту газов способствуют:

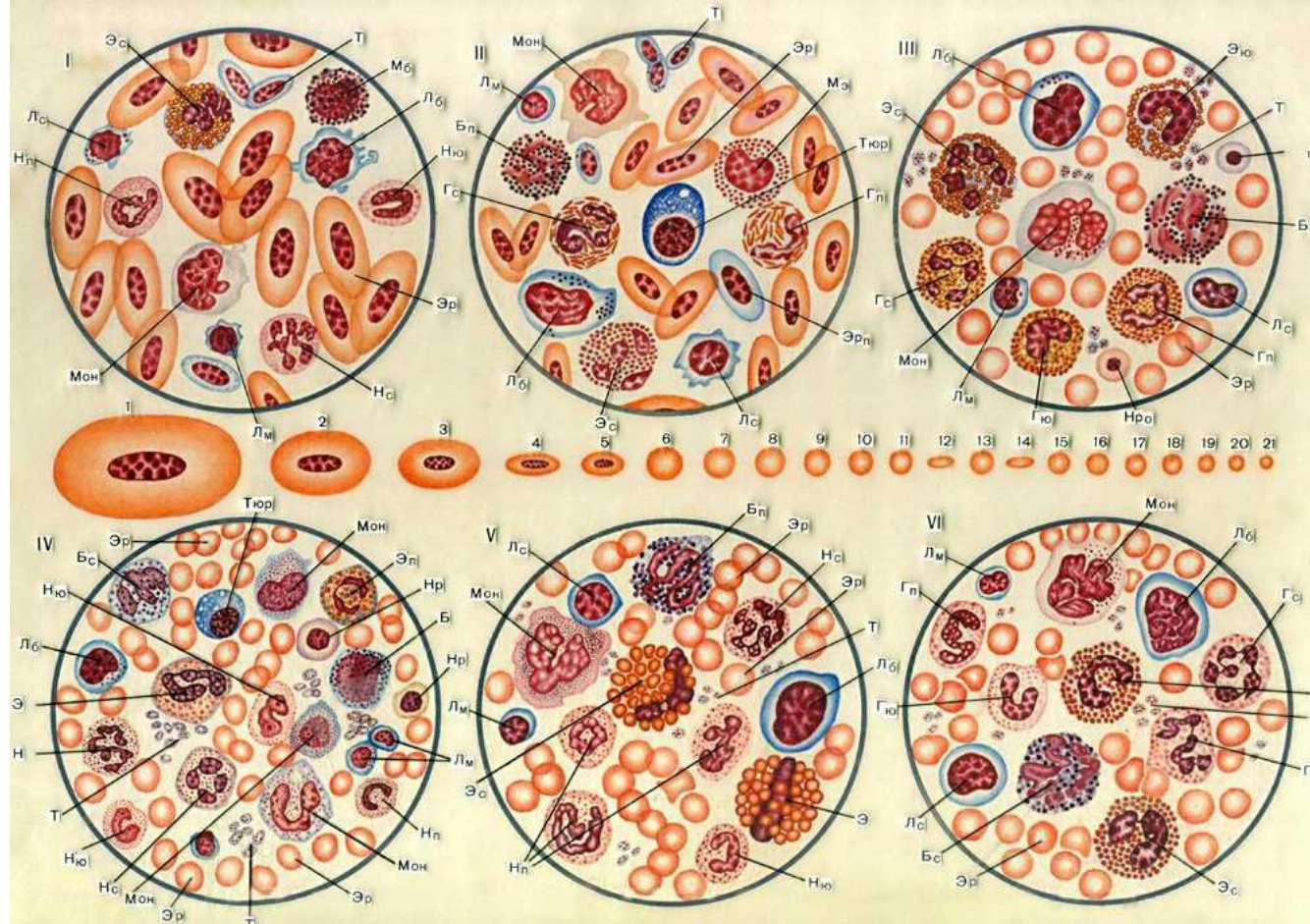
- **небольшие размеры эритроцитов**, (чем больше требуется кислорода данному виду млекопитающих для жизнедеятельности, тем меньше размеры эритроцитов);
- **двоояковогнутая форма** облегчает диффузию газов внутрь клетки и дает возможность деформации клетки при прохождении через капилляры;
- **количество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

Для образования эритроцитов (**эритропоэза**) необходим **витамин B₁₂**; при недостатке кислорода в крови почки вырабатывают **эритропоэтин**, ускоряющий эритропоэз.



Эритроциты

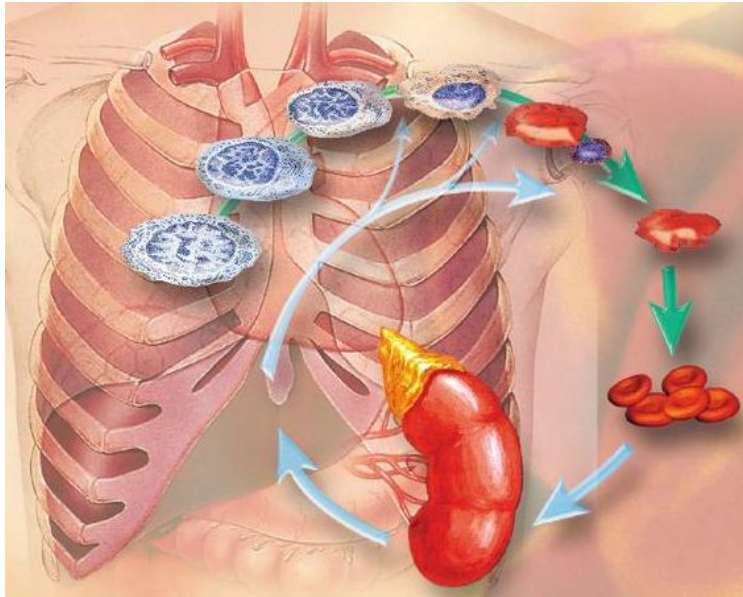




I - лягушка; II - курица; III - кролик; IV - человек; V - лошадь; VI - крупный рогатый скот.
 Б - базофил (Бп - палочкоядерный, Бс - сегментоядерный); Э - эозинофил (Эю - юный, Эп - палочкоядерный, Эс - сегментоядерный); Г - гранулоцит, или псевдоэозинофил (Гю - юный, Гп - палочкоядерный, Гс - сегментоядерный); 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).

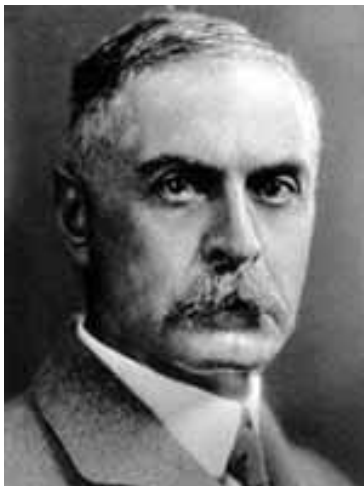
1 - протей; 2 - тритон; 3 - лягушка; 4 - голубь; 5 - курица; 6 - слон; 7 - морская свинка;
 8 - собака; 9 - крыса; 10 - кролик; 11 - кошка; 12 - лама; 13 - мышь; 14 - верблюд;
 15 - лошадь; 16 - свинья; 17 - осёл; 18 - корова; 19 - овца; 20 - коза; 21 - кабарга.

Эритроциты



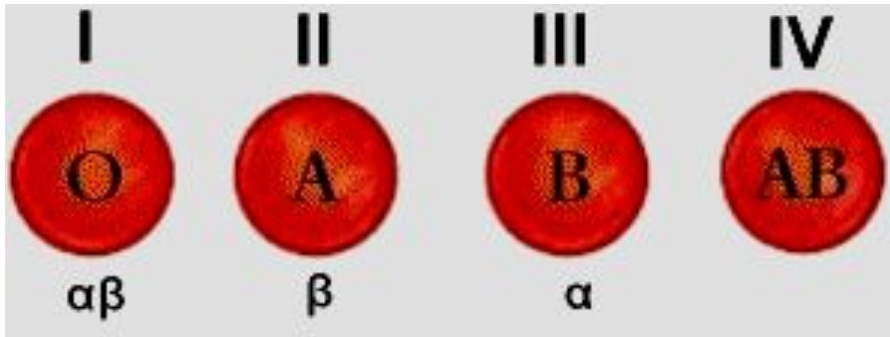
Снижение способности крови переносить кислород называется *анемией*. Причинами анемии может быть уменьшение числа эритроцитов, количества гемоглобина, недостаток витамина В₁₂ и железа в пищевых продуктах, кровопотеря.

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:

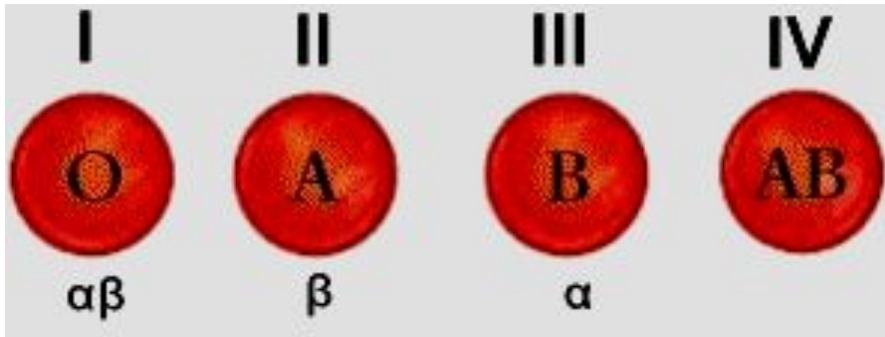
I группа — 35%;

II группа — 36%;

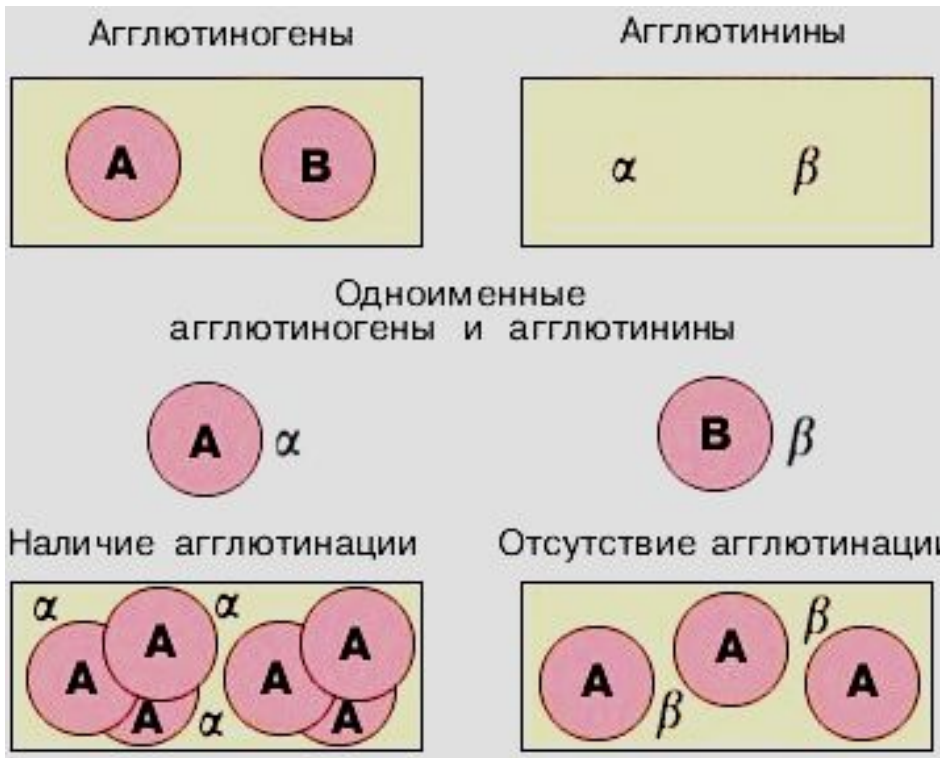
III группа — 22%;

IV группа — 7%.

Переливание крови

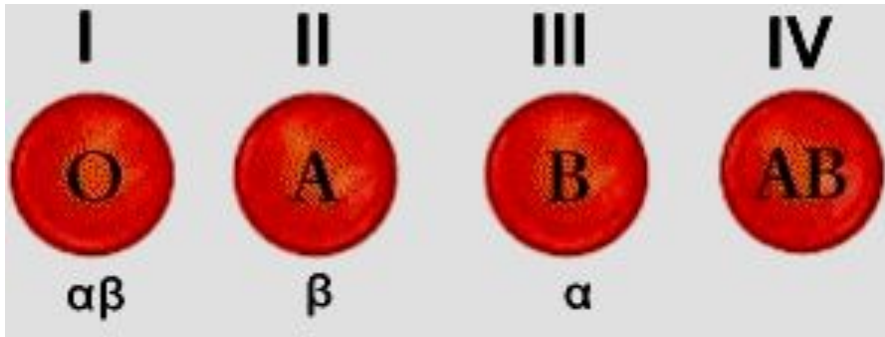


В плазме крови человека могут находиться особые белки названные *агглютинидами*, которые взаимодействуют с *агглютиногенами* в мембране эритроцитов, вызывая их агглютинацию.



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

Переливание крови

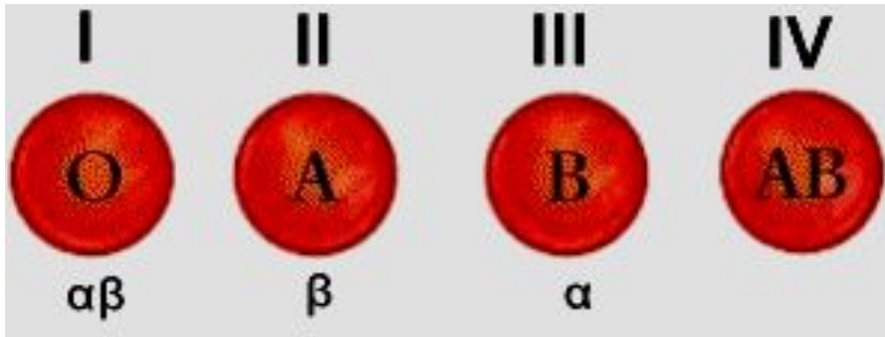


Возможна *частичная агглютинация* (— +) если агглютинидами крови донора склеивается часть эритроцитов реципиента.

		Донор			
		О αβ	A β	B α	AB
Реципиент	О 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

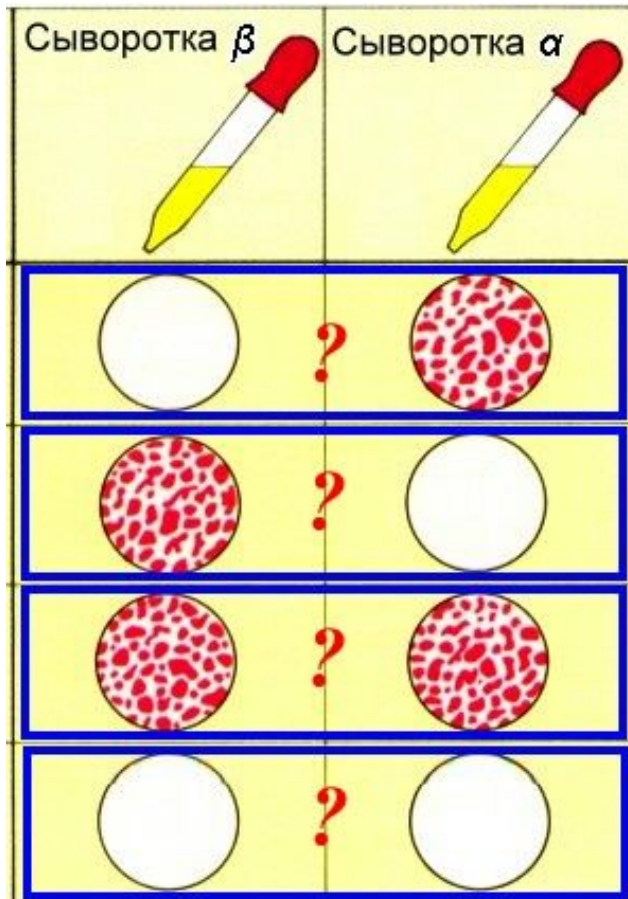


Четвертая группа крови не содержит в плазме агглютинины и не склеивает эритроциты крови донора любой группы, называется *универсальным реципиентом*, но возможна частичная агглютинация собственных эритроцитов агглютинами плазмы донора.

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

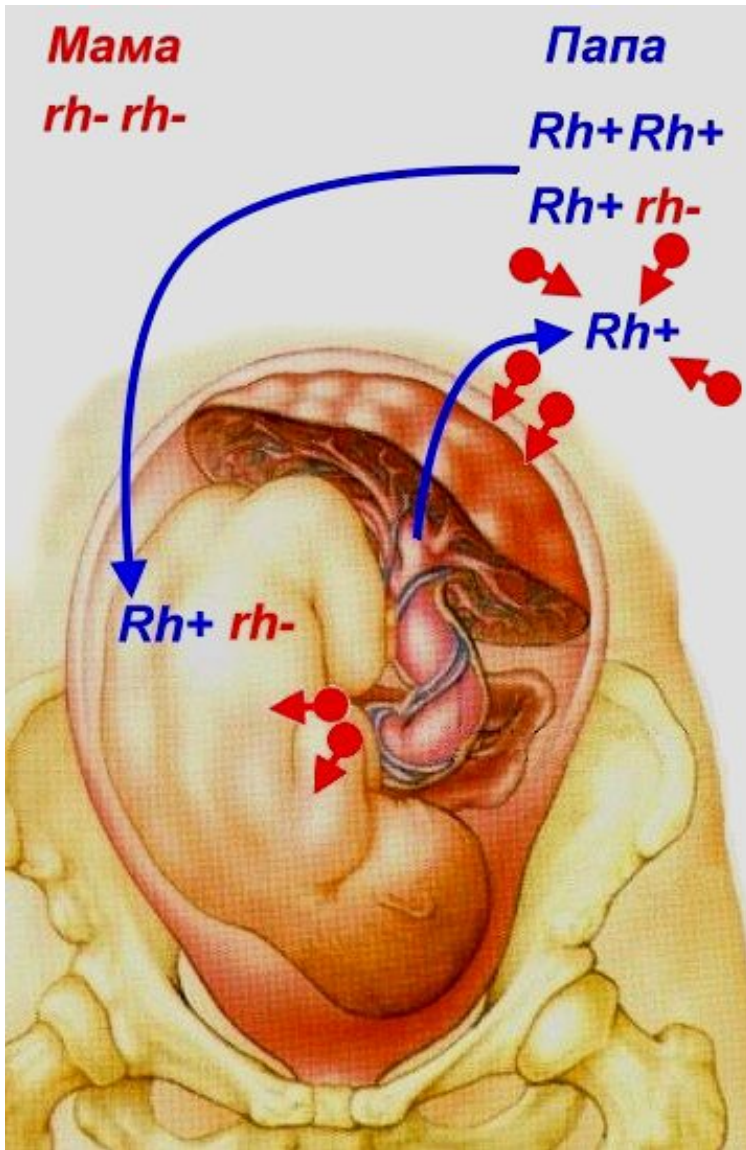
Кроме системы ABO есть и другие системы антигенов, **поэтому лучше всего приливать заранее подготовленную кровь собственной группы.**

Определение группы крови



		Донор			
		0 $\alpha \beta$	A β	B α	AB
Реципиент	0 $\alpha \beta$	—	+	+	+
	A β	—+	—	+	+
	B α	—+	+	—	+
	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 мм³ 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

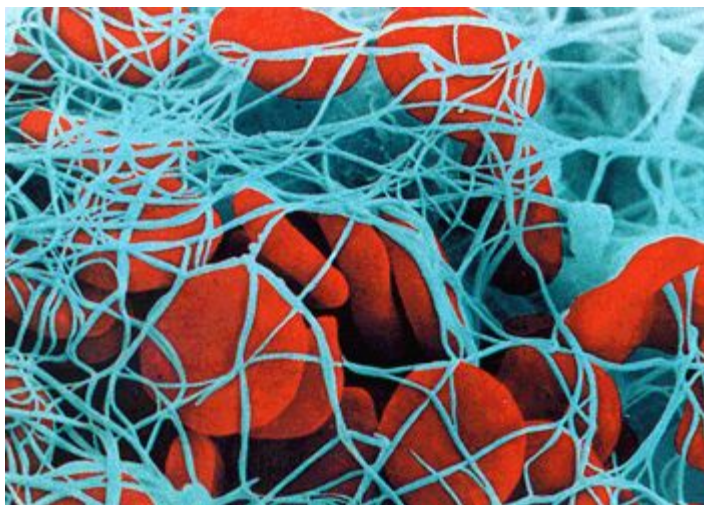
Важнейшая защитная функция крови. На этот процесс влияют 13 факторов, имеющих в плазме крови, а также 12 факторов, выделяемых тромбоцитами. Наиболее важны 6:

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 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 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 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.

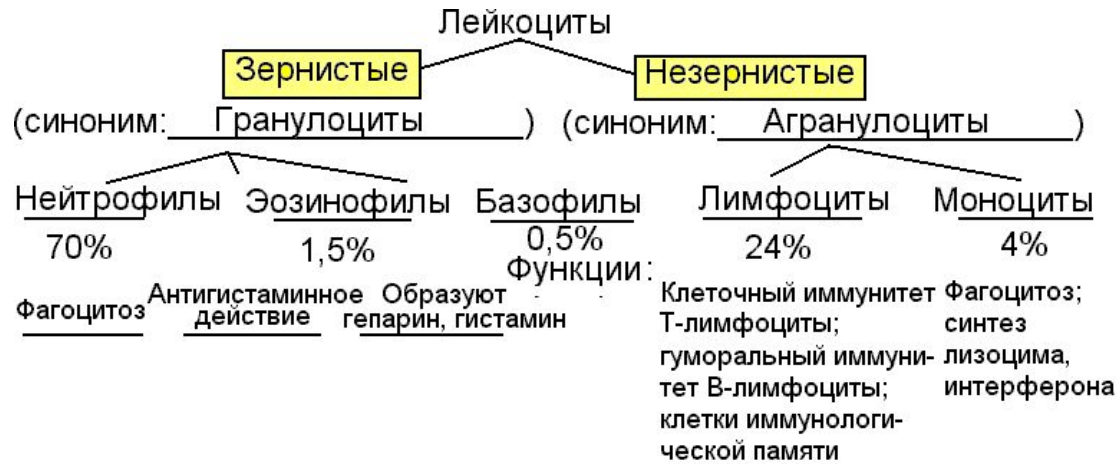
Лейкоциты, иммунитет



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

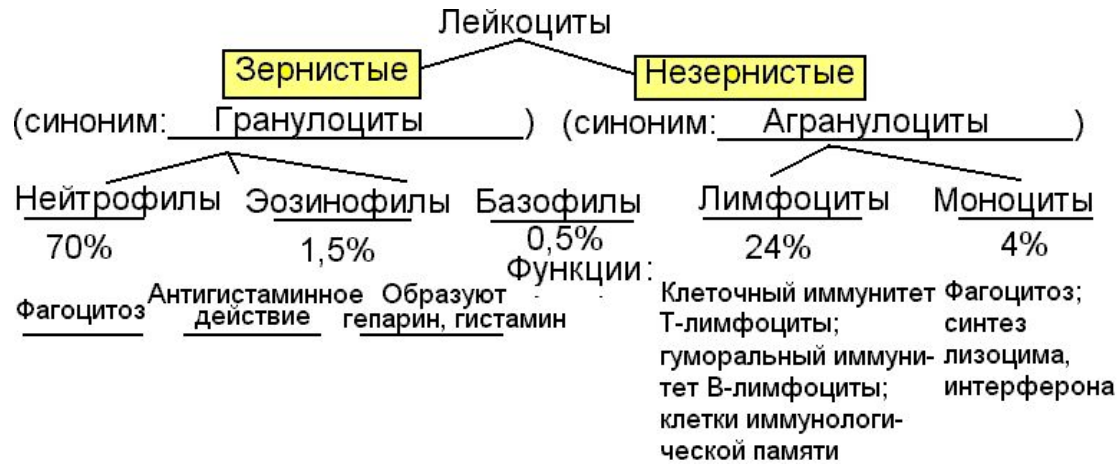


Нейтрофилов (до 70%) от число всех лейкоцитов. Активные фагоциты, выделяют бактерицидные вещества.

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.

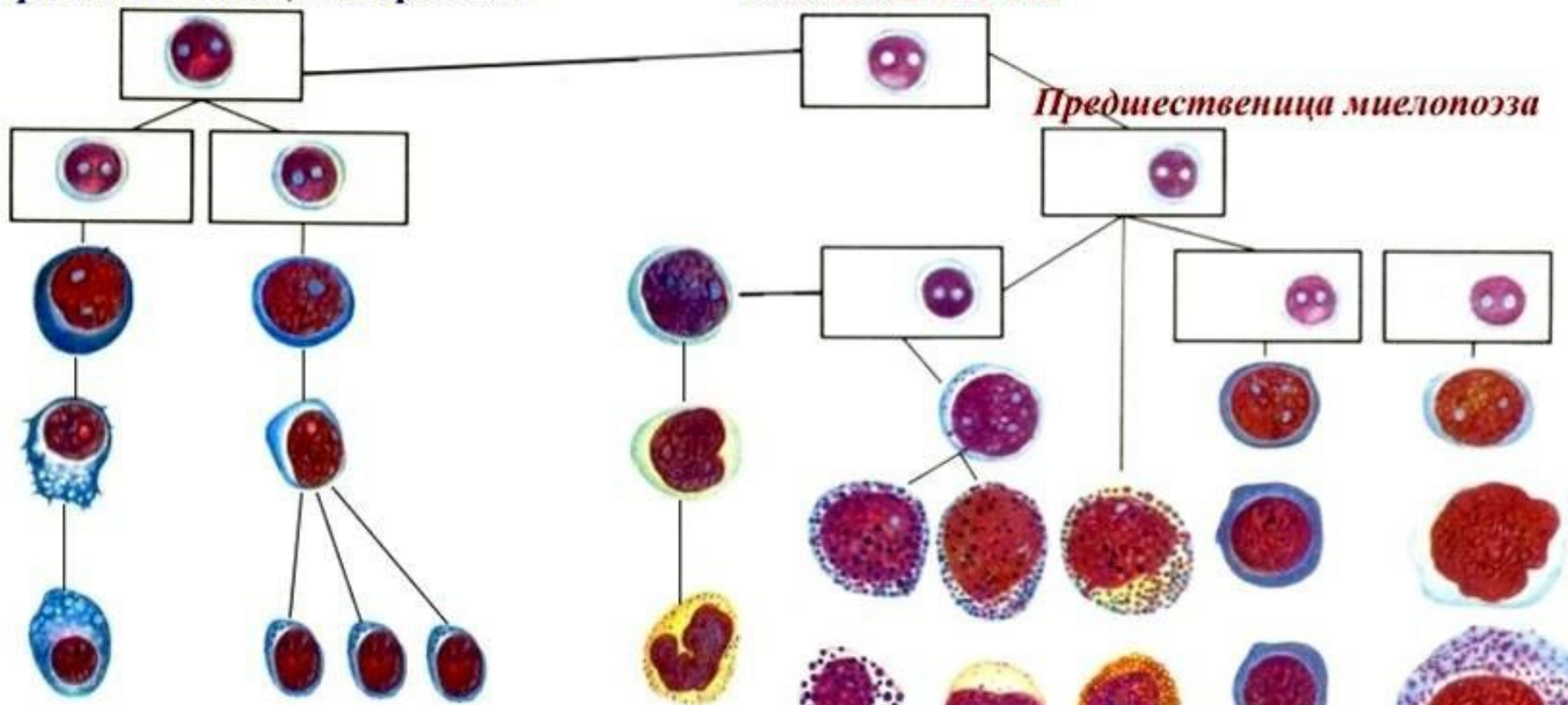
Лимфоцитов от 20 до 45% от общего количества лейкоцитов. Среди них различают *Т-лимфоциты* и *В-лимфоциты*.

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

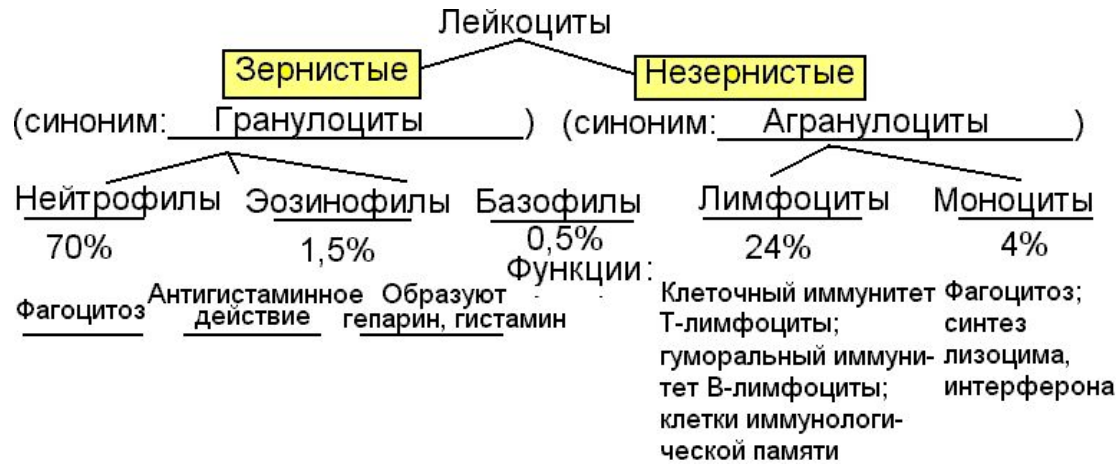
Базофилы

Нейтрофилы

Эозинофилы



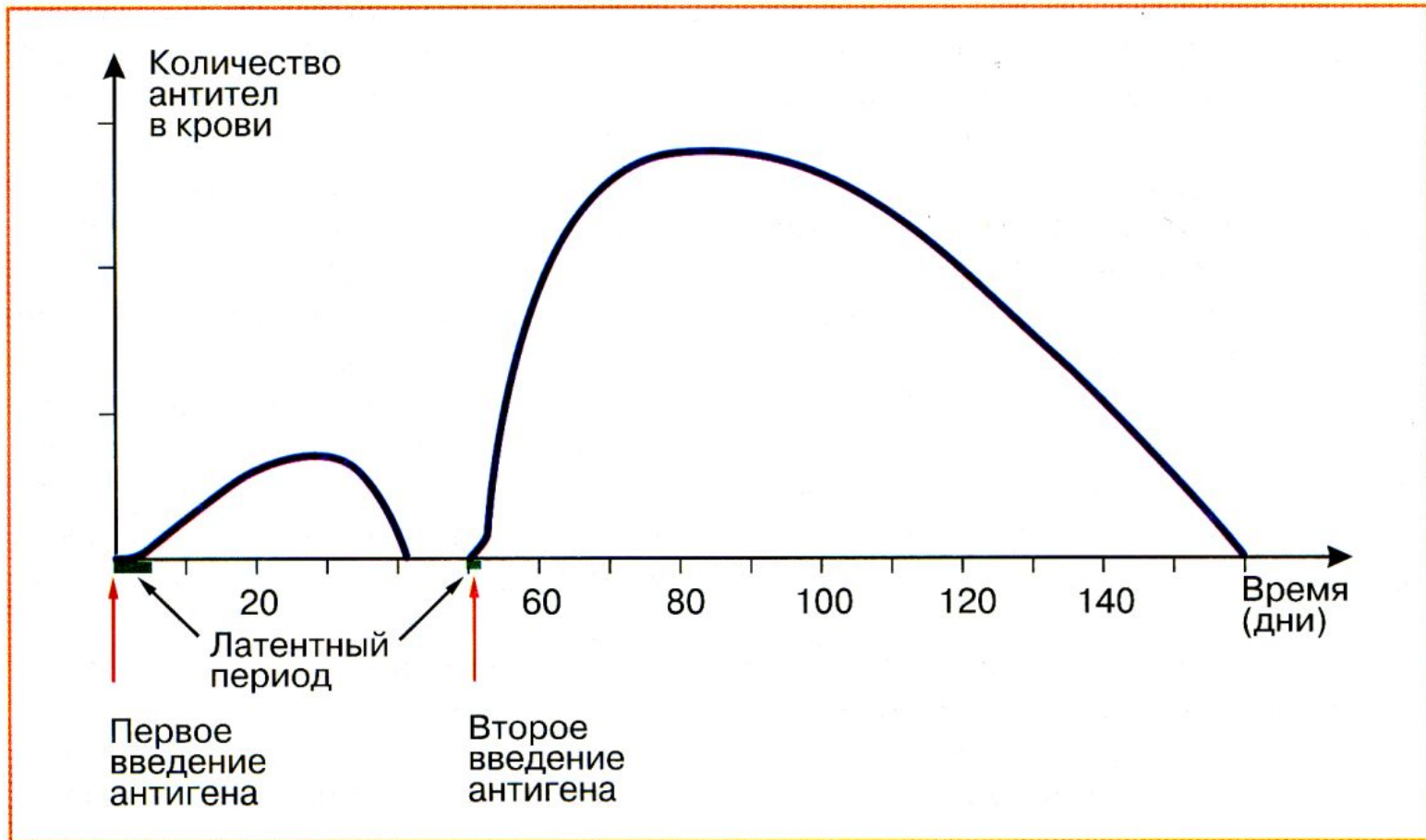
Лейкоциты, иммунитет



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*.

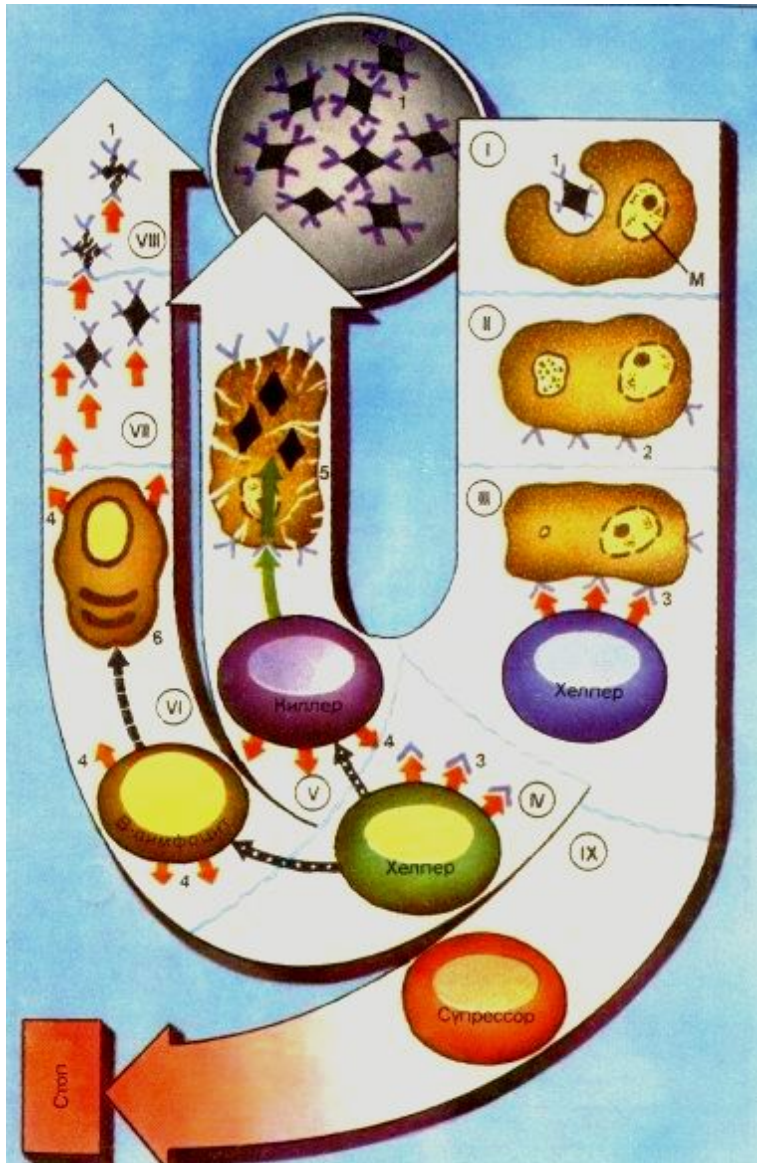
Часть В-лимфоцитов превращается в клетки иммунологической памяти, сохраняющиеся в организме человека десятки лет. При повторном попадании в организм микроорганизмов с этими же антигенами, активируются клетки иммунологической памяти и иммунный ответ развивается очень быстро, человек становится невосприимчивым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

Лейкоциты, иммунитет



Динамика накопления антител при первичной и вторичной встрече с антигеном

Лейкоциты, иммунитет

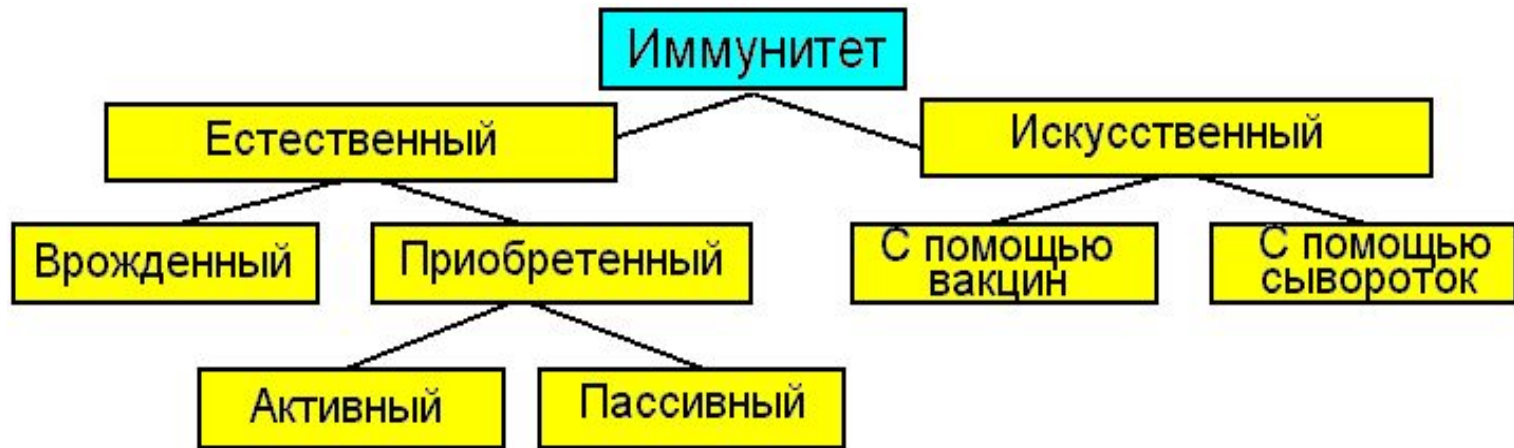


Иммунитет - способ защиты организма от генетически чуждых и инфекционных агентов.

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

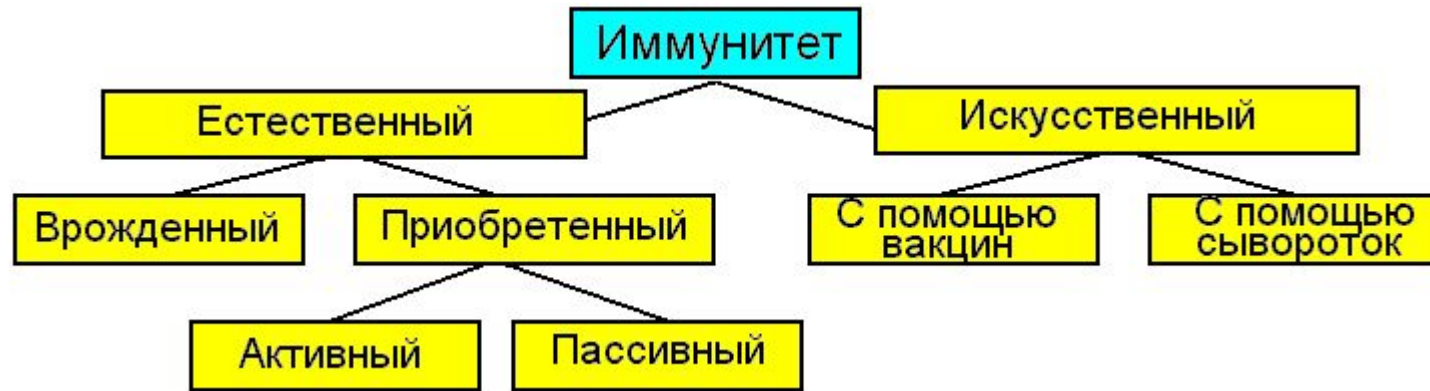


Различают *естественный* и *искусственный* иммунитет. Естественный иммунитет может быть *врожденным* и *приобретенным*.

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.

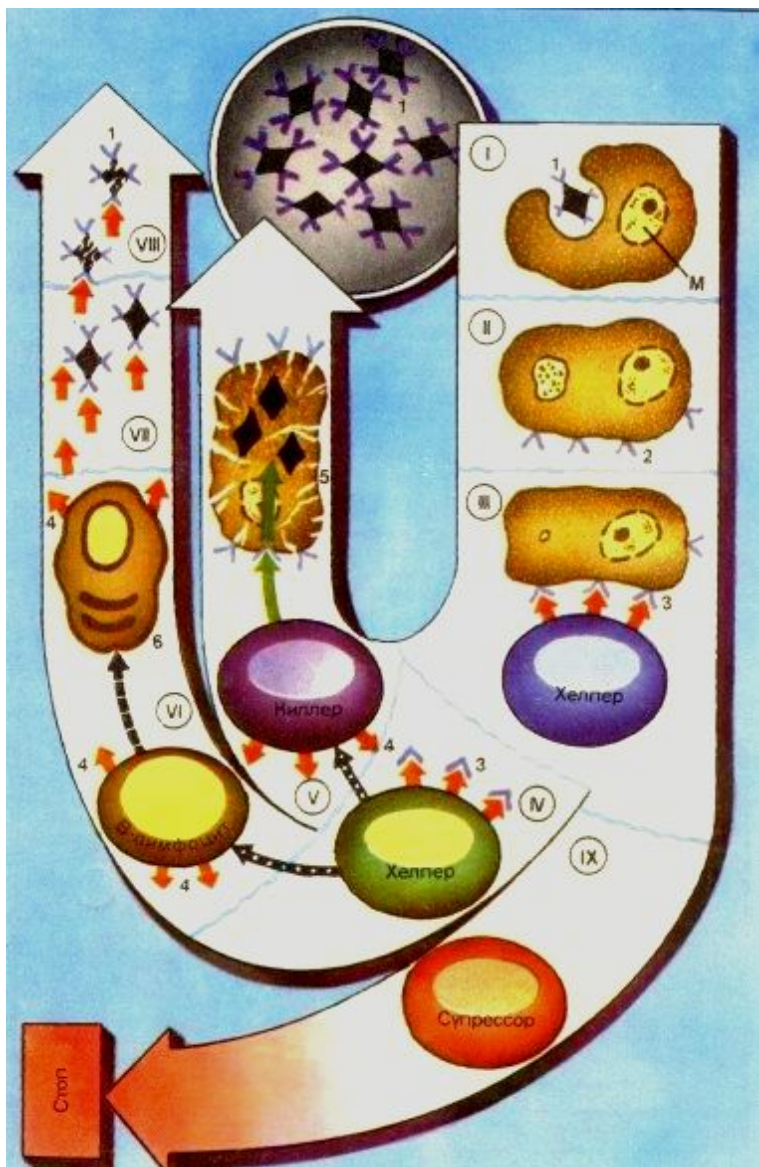
Виды иммунитета



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 коревой 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.