

Внутренняя среда организма

**Внутренняя среда — это жидкости, которые находятся внутри организма, окружают его клетки и создают условия для протекания в них жизненных процессов.**

Основа внутренней среды — жидкое **межклеточное вещество**, которое наиболее выражено в соединительных тканях, особенно в крови.

У человека кровь движется по кровеносным сосудам и непосредственно не соприкасается с большинством клеток, но некоторое количество жидкого межклеточного вещества крови проходит через стенки тонких кровеносных сосудов и образует водянистую оболочку вокруг клеток — **тканевую жидкость**.

Часть тканевой жидкости, которую называют **лимфой**, собирается в тончайшие трубочки со слепо замкнутыми концами — **лимфатические капилляры**, переходящие в **лимфатические сосуды**. В тех местах, где сливается несколько лимфатических сосудов, образуются **лимфатические узлы**. Именно эти структуры образуют **лимфатическую систему**, по которой циркулирует **лимфа**.

*Обрати внимание!*

Таким образом, внутренняя среда включает в себя: кровь, лимфу и тканевую жидкость.

Внутренняя среда организма обеспечивает взаимосвязь всех клеток организма с окружающей средой (она обеспечивает клетки веществами, необходимыми для их работы, и через неё удаляются продукты распада).

Каждая структура внутренней среды выполняет ряд специфических функций.

Функции внутренней среды организма:

**Кровь** выполняет в основном **транспортную** функцию (переносит кислород от лёгких ко всем клеткам организма, и углекислый газ в обратном направлении, питательные вещества, выносит из тканей продукты обмена).

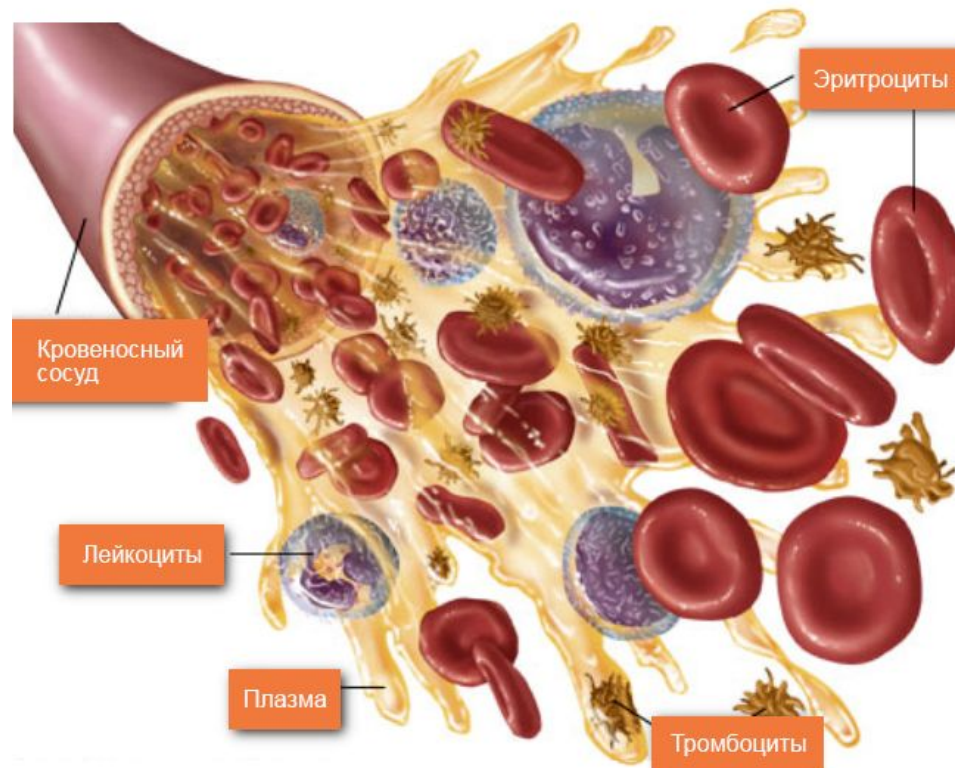
**Тканевая жидкость** является **передаточным звеном между клетками**, которые она окружает, **и кровью**. Именно через неё из крови в клетки попадают необходимые для жизни вещества, например кислород и компоненты пищи.

В лимфе происходит уничтожение болезнетворных микроорганизмов. Таким образом, основная **функция лимфы — защитная**. Кроме того, лимфа обеспечивает возвращение в кровяное русло тканевой жидкости.



# Состав и функции крови

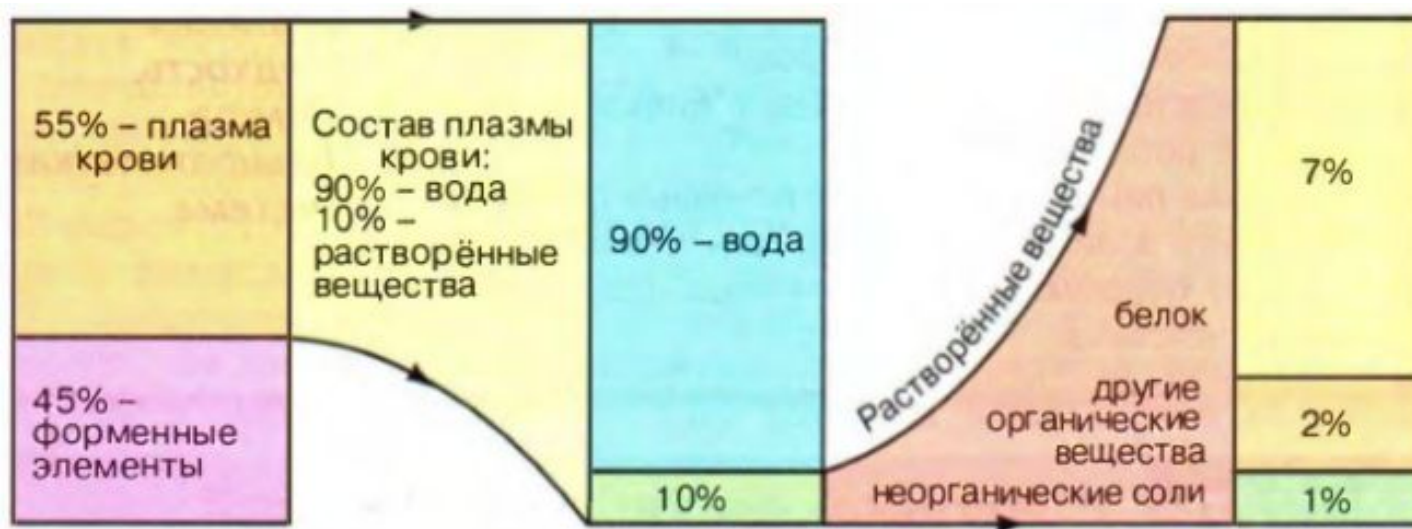
В организме взрослого человека содержится около 5 л крови. Основную её часть составляет жидкое межклеточное вещество — **плазма** (55-60%), в которой находятся форменные элементы (клетки крови): **эритроциты**, **лейкоциты** и **тромбоциты** (40-45%).



# Состав и функции крови

Плазма крови на 90% состоит из воды, 10% составляют растворенные в ней органические вещества (белки, жиры, углеводы) и неорганические соединения (минеральные соли). Часть этих веществ — питательные вещества, переносимые кровью к различным органам.

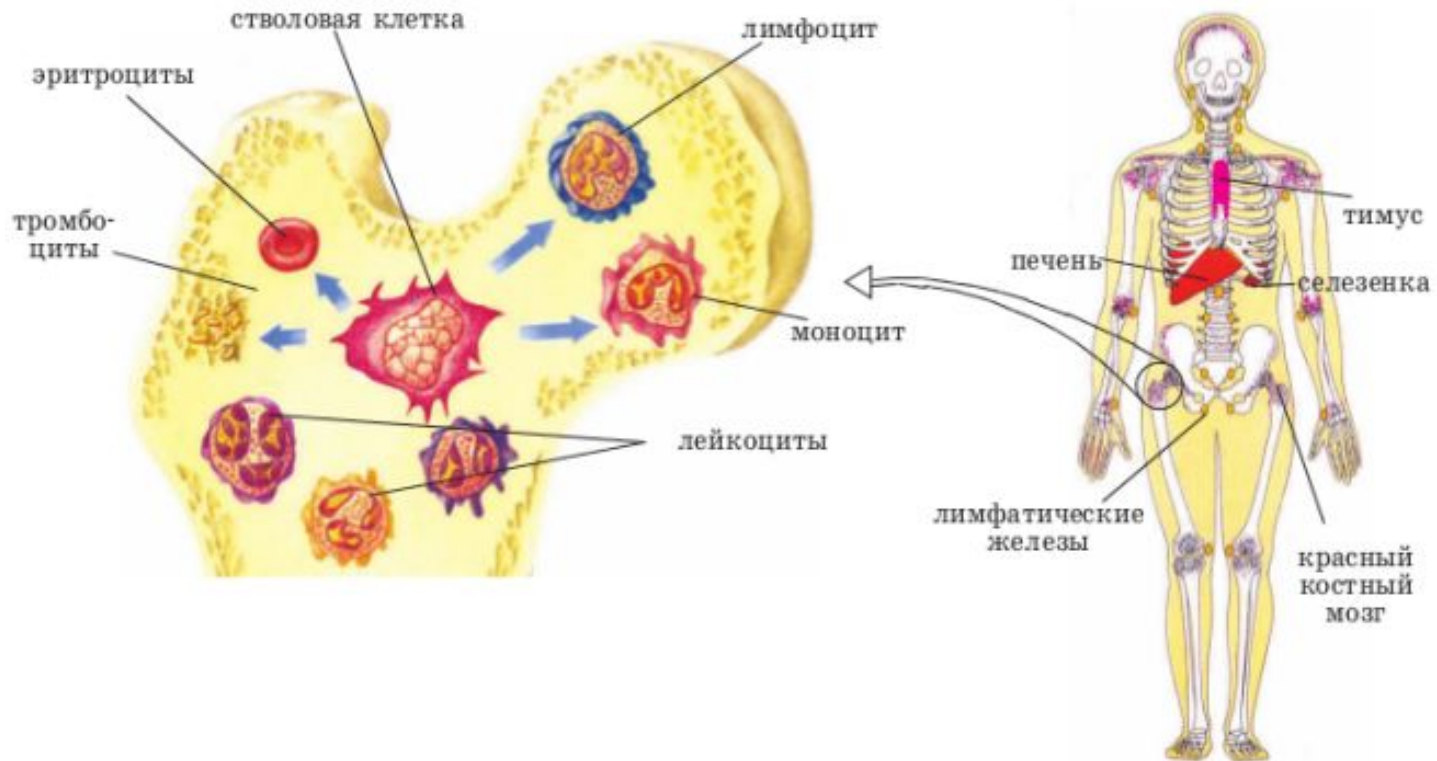
Состав плазмы не меняется, несмотря на постоянное поступление в кровь многих веществ. Это достигается работой легких и почек. В легких кровь освобождается от излишков углекислого газа, а через почки выделяется избыточное количество воды, солей и вредные для организма продукты обмена веществ.



# Состав и функции крови

Все форменные элементы крови образуются из **стволовых клеток красного костного мозга**, находящегося в губчатом веществе костей (его масса у взрослого человека — 1,5 кг).

Форменные элементы крови также развиваются и в других органах: селезенке, лимфатических узлах, миндалинах и др.



# Состав и функции крови

Функции крови:

**Дыхательная** — переносит кислород от лёгких ко всем клеткам организма, и углекислый газ в обратном направлении.

**Питательная** — переносит питательные вещества, которые всасываются в кишечнике.

**Выделительная** — выносит из тканей продукты обмена в почки и печень.

**Терморегуляционная** — при пониженной температуре окружающей среды кровь, нагреваясь, переносит тепло из скелетных мышц и печени, к тем органам, которые необходимо согреть (кожа, мозг и др.).

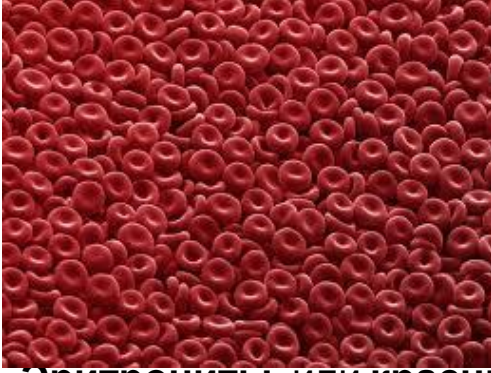
**Защитная** — клетки крови (лимфоциты) убивают чужеродные агенты, проникающие в организм и вызывающие заболевания (бактерии, вирусы); другие клетки крови (тромбоциты) отвечают за образование сгустка крови — тромба в том месте, где повреждён сосуд (этот процесс защищает организм от опасной кровопотери).

**Регуляторная** — кровь путём переноса целого ряда биологически активных веществ поддерживает в организме относительное постоянство химического состава и физических свойств во всех его тканях (гомеостаз).

Большинство указанных функций связано с переносом веществ в организм, поэтому часто их объединяют в одну общую **функцию крови — транспортную**.



# Эритроциты

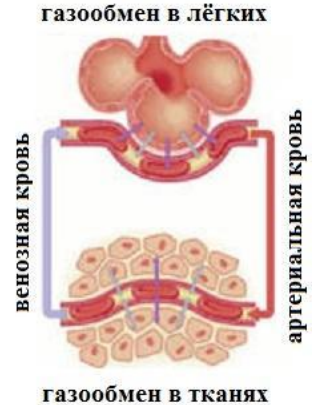
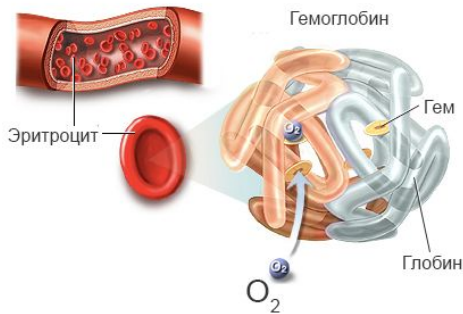


**Эритроциты**, или **красные кровяные тельца**, — маленькие безъядерные двояковогнутые дисковидные клетки (в  $1 \text{ мм}^3$  крови человека содержится примерно 5,5 млн эритроцитов).

**Функция эритроцитов** — **дыхательная** (доставка к тканям кислорода и удаление углекислого газа). Двояковогнутая форма эритроцита создает большую поверхность клетки, что улучшает процесс газообмена (общая поверхность всех эритроцитов одного человека больше футбольного поля!).

Внутри эритроцитов находятся молекулы ярко-красного дыхательного пигмента — **гемоглобина**, который делает кровь красной.

Гемоглобин состоит из двух частей: белковой — **глобина** и железосодержащей —



Гемоглобин способен легко присоединять кислород. Соединение гемоглобина с кислородом имеет ярко красный цвет. Кровь, насыщенную кислородом, называют **артериальной**.

Соединение гемоглобина с кислородом нестойкое. При его распаде вновь образуются гемоглобин и свободный кислород, который поступает в клетки тканей. Кровь, обедненную кислородом, называют **венозной**.



# Эритроциты

Эритроциты образуются в красном костном мозге. В процессе созревания они теряют ядро и становятся безъядерными.

Продолжительность жизни эритроцита около 120 дней (затем они разрушаются в печени или селезёнке).

При плохом питании, больших потерях крови, при нарушении образования эритроцитов развивается малокровие (уменьшение числа эритроцитов в крови или понижение содержания в них гемоглобина). Восстановлению нормального содержания гемоглобина в крови способствует хорошее питание, отдых и пребывание на свежем воздухе.

СОЗРЕВАНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ



# Группы крови

## Группы крови

В 1900 г. австралийский учёный Карл Ландштейнер открыл группы крови, за что в 1930 г. получил Нобелевскую премию.

Существуют две системы обозначения групп крови. В первой группы крови обозначают римскими цифрами I-IV, а во второй - латинскими буквами А, В и нулём - система АВ0.

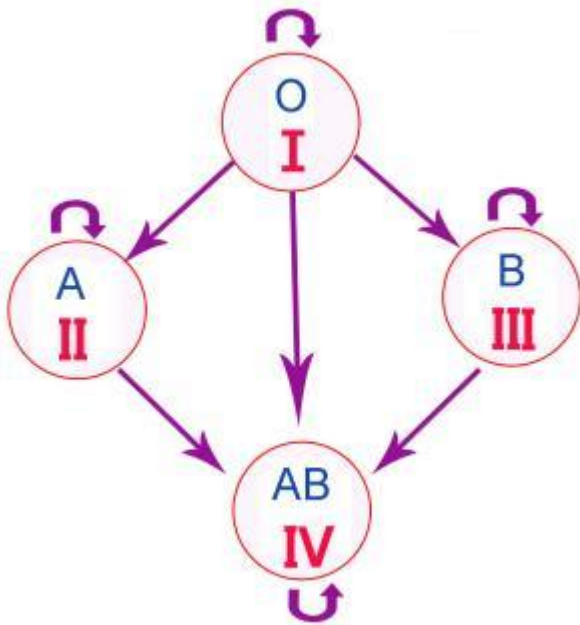
Выделяют 4 основных группы крови: I или **нулевая** — I (0), II (A), III (B) и IV (AB). Обладание той или иной группой крови определяется генетически.

Группы крови отличаются содержанием в плазме крови и эритроцитах специфических белков, которые не всегда совместимы — белки плазмы могут склеивать эритроциты, разрушать их (с этим связаны правила переливания крови). *Пример:*

*Более 40 % европейцев имеют II (A) группу крови, 40% — I (0), 10 % — III (B) и только 6% — IV (AB).*

## Переливание крови

Каждая группа крови принимает кровь одноименной группы и I (0) группы.



Тем, у кого кровь относится к IV (AB) группе, можно переливать небольшое количество крови любой группы, так как у них в плазме крови нет белка, который склеивает эритроциты крови донора. Этим людей называют универсальными реципиентами. Кровь I (0) группы можно приливать любому человеку, так как в ее эритроцитах нет белка, на который могут повлиять белки плазмы реципиента и вызвать их разрушение. Людей с I (0) группой крови называют универсальными донорами.

В настоящее время принято переливать только одноименную группу крови.

# Резус-фактор

Другая характеристика групп крови — резус-фактор, названный по имени макаки-резус, в эритроцитах крови которой он был обнаружен в 1940 г.

Людей, в крови которых он есть, называют резус-положительными Rh(+), а у которых он отсутствует — резус-отрицательными Rh(–).

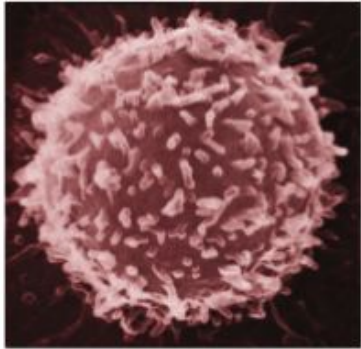
**Резус-фактор – особый белок  
(агглютиноген),  
обнаружен в крови человека и макак-  
резусов, 1940 год**

**Rh +**

Резус- положительная  
кровь содержит этот белок  
85 % людей на планете

**Rh –**

Резус – отрицательная  
кровь  
не содержит этот белок  
15 % людей на планете



**Лейкоциты**, или **белые кровяные тельца**, — клетки крови, имеющие ядра. В  $1 \text{ мм}^3$  крови их 4—9 тыс. (число лейкоцитов может сильно колебаться, возрастая при многих заболеваниях).

**Лейкоциты** обеспечивают **защитную функцию** крови.

Продолжительность жизни лейкоцита — несколько дней (затем они разрушаются в селезёнке).

В крови человека находится несколько разновидностей лейкоцитов, каждая из которых выполняет определённые функции.

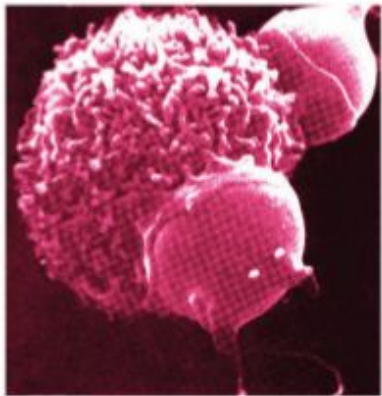
### *Фагоциты*

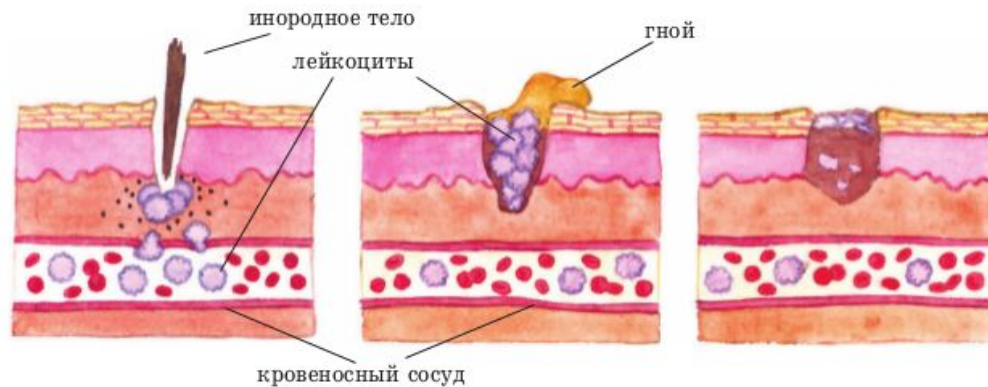
Некоторые лейкоциты способны к захвату и уничтожению чужеродных частиц, молекул и клеток, проникших в кровь, — **фагоцитозу**. Лейкоциты способны к активному амёбоидному движению и могут переходить через стенку капилляров и проникать в ткани, где они поглощают и переваривают чужеродные частицы.

Они также могут распознавать и уничтожать раковые и старые, отмирающие клетки.

Явление фагоцитоза было открыто русским микробиологом Ильёй Ильичом **Мечниковым** (создателем фагоцитарной теории иммунитета). Он обнаружил, что некоторые лейкоциты способны двигаться подобно амёбам и захватывать чужеродные частицы в крови. Эти клетки И.И. Мечников назвал **фагоцитами**, то есть пожирателями, а открытое явление — **фагоцитозом**.

**Фагоцитоз** — поглощение твердых частиц пищи клеткой.





Если чужеродных тел проникло в организм очень много, то фагоциты, поглощая их, сильно увеличиваются в размерах и в конце концов разрушаются. При этом освобождаются вещества, вызывающие местную воспалительную реакцию, которая сопровождается отёком, повышением температуры и покраснением пораженного участка. Эти вещества также привлекают новые лейкоциты к месту внедрения чужеродных тел. Гной, который образуется в тканях при воспалении, — это скопление погибших лейкоцитов.



## Лимфоциты

Другие лейкоциты (**лимфоциты**) вырабатывают особые белки (**антитела**), которые распознают и связывают (обезвреживают) чужеродные клетки и вырабатываемые ими вредные для организма вещества (токсины). Связанные антителами вредоносные частицы не могут проникнуть в ткани человека и становятся безвредными.

Образование антител происходит с участием особого вида лейкоцитов, встречающихся не только в крови, но и в лимфе. Поэтому их называют **лимфоцитами**.

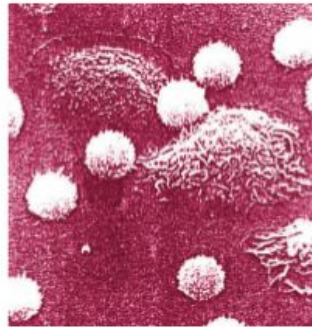
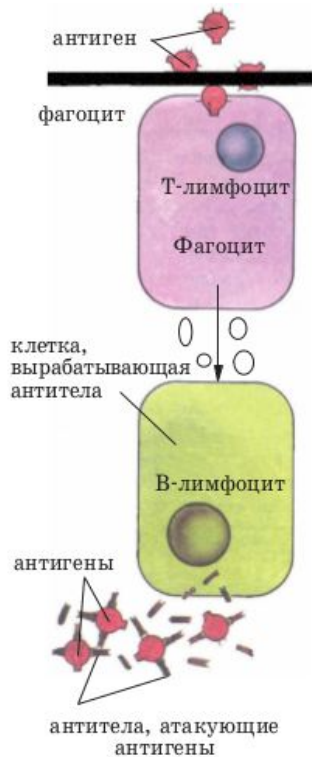
**Т-лимфоциты** способны связываться с антигенами чужеродных частиц и вызывать их разрушение.

**В-лимфоциты** выделяют химические вещества — **антитела**. Антитела, присоединяясь к антигенам ускоряют их захват фагоцитами, либо приводят к химическому разрушению или склеиванию и осаждению антигенов.

Обычно антитела действуют против возбудителя одного заболевания (например, против возбудителя кори). Наличие в крови антител к возбудителю определённой болезни создает невосприимчивость организма к повторным заболеваниям этой болезнью.

Именно благодаря В-лимфоцитам (клеткам памяти при иммунном ответе) у человека появляется иммунитет к перенесенным заболеваниям (единожды проконтактировав с болезнетворным агентом (бактерией, вирусом, химическим соединением), эти клетки запоминают агент и приспособляются к его устранению). И именно благодаря им возможен эффект от вакцинации (прививок).

При нарушении образования лимфоцитов человек лишается защиты от инфекции.



Макрофаги  
и лимфоциты



Фагоцитоз и выработка антител лейкоцитами — единый защитный механизм, названный **иммунитетом**.

**Под иммунитетом понимают устойчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам.**

Механизмы иммунитета защищают организм от инфекционных агентов (бактерий и вирусов), освобождают его от погибших, а также переродившихся клеток.

Реакции иммунитета являются причиной отторжения пересаженных органов и тканей.

Осложнения при переливании несовместимой группы крови также связаны с иммунными реакциями.

Очень важную роль в формировании иммунитета играет **вилочковая железа**, или **тимус**. Она расположена за грудиной и хорошо развита только в детстве.

### ВИДЫ ИММУНИТЕТА



## Естественный иммунитет

Люди уже с рождения невосприимчивы ко многим болезням, так как в их крови содержатся готовые антитела. Такой иммунитет называют **врождённым**. Врождённый иммунитет наследуется от родителей.

### Пример:

*У человека с рождения имеется иммунитет к возбудителю чумы собак. Человек не заболевает этой болезнью.*

В результате перенесенной инфекционной болезни в организме человека тоже образуются антитела — вырабатывается иммунитет. Такой иммунитет получил название **приобретённого**. Если возбудители болезни снова попадут в организм обладателя приобретённого иммунитета, то вырабатываемые антитела очень быстро этих возбудителей уничтожат и человек не заболеет.

### Пример:

*Переболев корью, коклюшем, ветряной оспой, люди, как правило, не заболевают этими болезнями повторно.*

Врожденный и приобретенный иммунитет называют **естественным**.

## Искусственный иммунитет

Чтобы уберечь человека от заражения той или иной инфекционной болезнью (оспой, краснухой, паротитом (свинкой), полиомиелитом, дифтерией и др.), человеку делают **прививки – вводят вакцину** (убитых или сильно ослабленных возбудителей болезни), и таким образом создают искусственный иммунитет.

Прививка вызывает заболевание в легкой форме, при этом образуются защитные антитела. Это – **активный иммунитет**. Прививки спасли жизни многим людям.

### Пример:

*В 1769 г. английский врач Эдуард Дженнер заметил, что крестьянки, ухаживающие за коровами, довольно часто заражаются от животных заболеванием «коровьей оспой», которая протекает у людей легко. А в периоды эпидемий, те, кто переболел «коровьей оспой» никогда не болели человеческой оспой (очень опасным, часто смертельным заболеванием человека). Дженнер сначала привил восьмимилетнему мальчику «коровью оспу», а через 1,5 месяца заразил его человеческой оспой. Ребёнок не заболел. Таким образом были разработаны прививки.*

Если заболевшему человеку нужно быстро оказать помощь, ему обычно **вводят готовые антитела** в виде лечебной **сыворотки**, которую получают из плазмы крови животных или людей, перенесших инфекционное заболевание. Это **пассивный иммунитет**.

### Пример:

*Лечебные сыворотки часто являются единственным средством при лечении смертельно опасных болезней, например столбняка. Возбудитель столбняка находится в почве и при загрязнении раны землей может попасть в организм и вызвать эту тяжелую болезнь. В случае подозрения на столбняк следует срочно ввести противостолбнячную сыворотку в лечебном учреждении.*

Однако введенные в организм с сывороткой антитела недолговечны, и человек через некоторое время снова становится восприимчив к данной болезни.

**Лечебная сыворотка — это препарат плазмы крови без фибриногена, содержащий готовые антитела, которые образовались в крови животного (или человека), ранее зараженного данным возбудителем (перенёсших данное заболевание).**

Различают **два типа иммунитета**: специфический и неспецифический.

**Неспецифический иммунитет** носит видоспецифический характер, то есть практически одинаков у всех представителей одного вида. Он направлен против любых чужеродных веществ и обеспечивает борьбу с инфекцией на ранних этапах ее развития, когда специфический иммунитет еще не сформировался.

Неспецифический иммунитет врожденный. Он формируется уже у плода и обеспечивается кожей и клетками слизистых оболочек.

Состояние неспецифического иммунитета определяет предрасположенность человека к различным банальным инфекциям, возбудителями которых являются условно патогенные микробы.

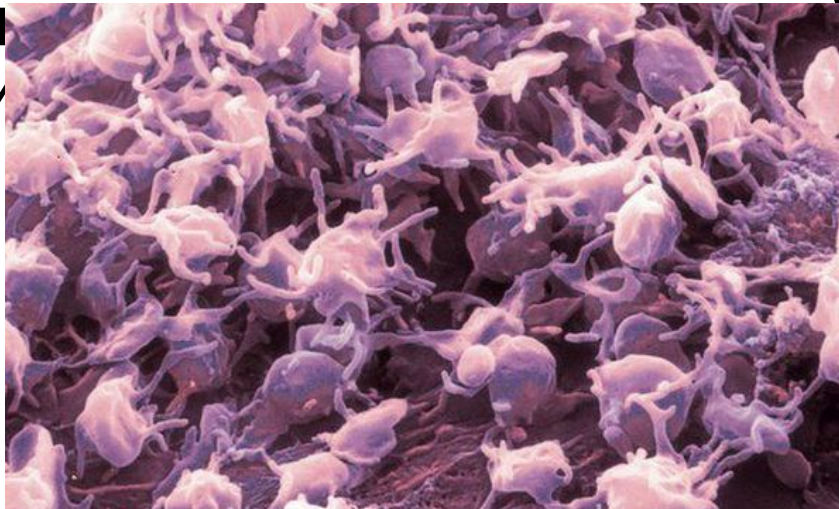
**Специфический иммунитет** носит индивидуальный характер и формируется на протяжении всей жизни человека в результате контакта его иммунной системы с различными микробами и антигенами. Специфический иммунитет обеспечивается антителами, выделяемыми лимфоцитами и направлен на определённый антиген.

Специфический иммунитет сохраняет память о перенесенной инфекции и препятствует ее повторному возникновению.

# Тромбоциты

**Тромбоциты (красные пластинки)** — очень маленькие (диаметром 3–4 мкм), безъядерные (у человека) плоские клетки неправильной формы. Они постоянно образуются в красном костном мозге и живут всего несколько суток. Число их в крови человека колеблется от 200 до 400 тыс. в 1 мм<sup>3</sup>.

Основная **функция тромбоцитов** — способствовать остановке кровотечения. Они обладают свойством изменять свою форму (распластываться при образовании тромба), обеспечивая гемостаз).



# Свёртывание крови

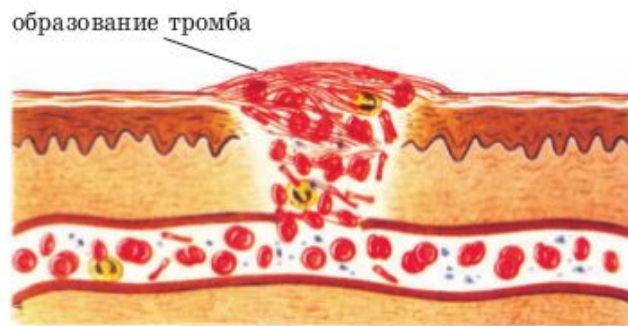
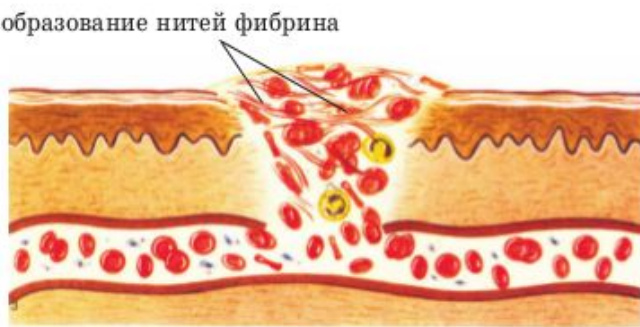
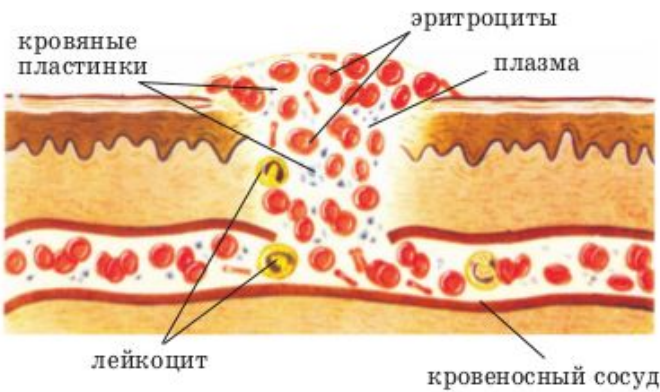
**Свёртывание крови** – важнейшая защитная реакция, предохраняющая организм от кровопотери при разрушении сосудов.

Для взрослого мужчины условно смертельно опасной является потеря 1,5—2,0 л крови, а вот женщина может перенести потерю даже 2,5 л, хотя это, конечно, приводит к отрицательным последствиям.

Свёртывание крови – сложный процесс, в ходе которого из разрушенных тромбоцитов, поврежденных тканей мышц и сосудов выделяются особые биологически активные вещества – **факторы свертывания крови** (их насчитывают более 10).

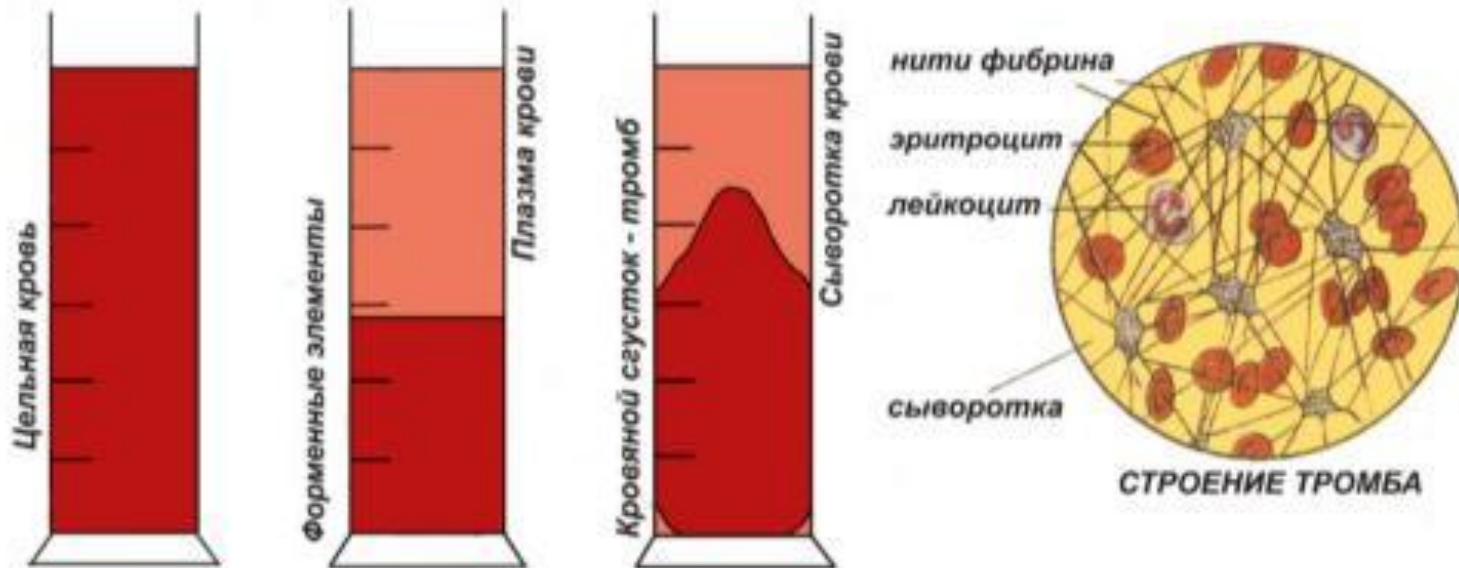
*При повреждении сосуда (например, при порезе) тромбоциты, находящиеся в этом месте, разрушаются и выделяют протромбин, который переводит растворимый белок плазмы крови фибриноген в нерастворимый белок фибрин. Длинные нити фибрина переплетаются между собой в сеть, где задерживаются форменные элементы крови и образуется тромб, перекрывающий рану и прекращающий кровотечение.*

*Образование тромба происходит в течение 3–8 мин. Со временем стенка сосуда восстанавливается, а тромб рассасывается.*



При свертывании крови вне организма, после отделения от нее кровяного сгустка, образуется **сыворотка крови**. Сыворотка почти соответствует плазме по составу крови, но **в ней отсутствует фибриноген**.

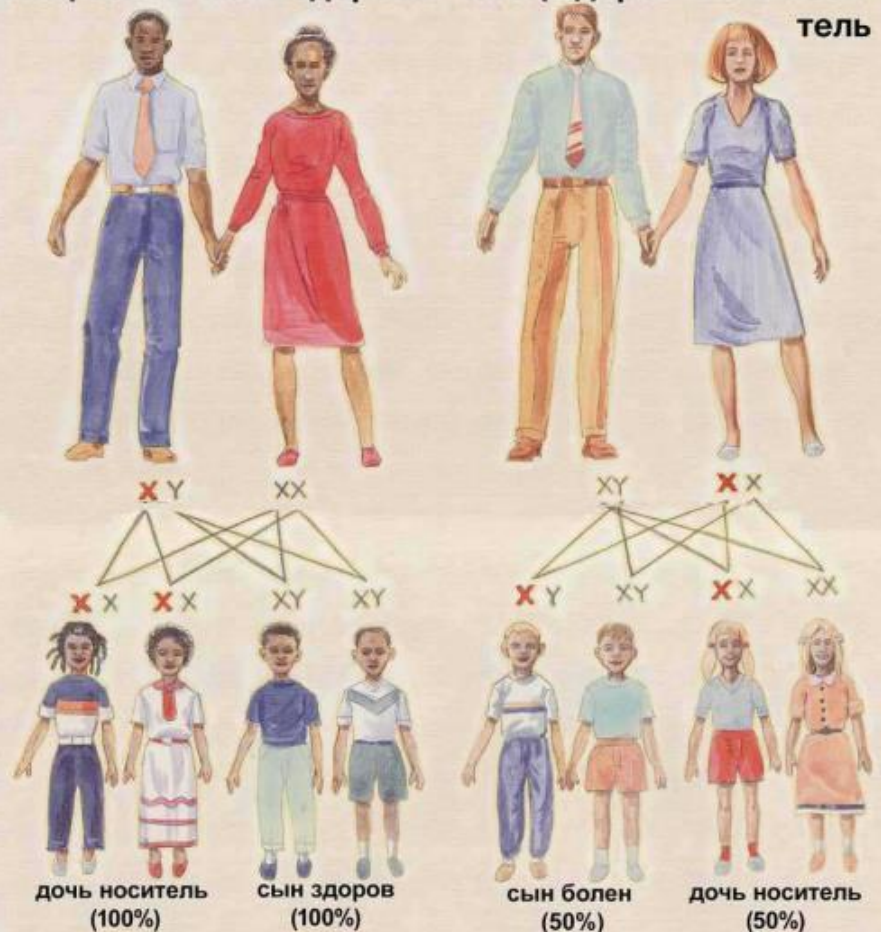
### ОБРАЗОВАНИЕ КРОВЯНОГО СГУСТКА





## Схема наследования гемофилии

отец болен мать здорова    отец здоров мать носитель



## Нарушения

### свёртываемости крови

Отсутствие в крови факторов ее свертывания или же нарушение их образования в организме приводит к тяжелым заболеваниям. Одно из них — **гемофилия**. У больного гемофилией кровь не свёртывается, и человек может погибнуть от кровотечения при самых незначительных повреждениях сосудов. Гемофилией страдают исключительно мужчины (т.к. в организме человека за ее развитие отвечает ген, находящийся в мужской половой хромосоме). Но подверженность же этой болезни в роду передается по женской линии.



*Пример:*

*Сын последнего Российского императора Николая II — цесаревич Алексей — страдал гемофилией, которую он унаследовал от матери — императрицы Александры Федоровны (внучатой племянницы английской королевы Виктории, которая была носителем*





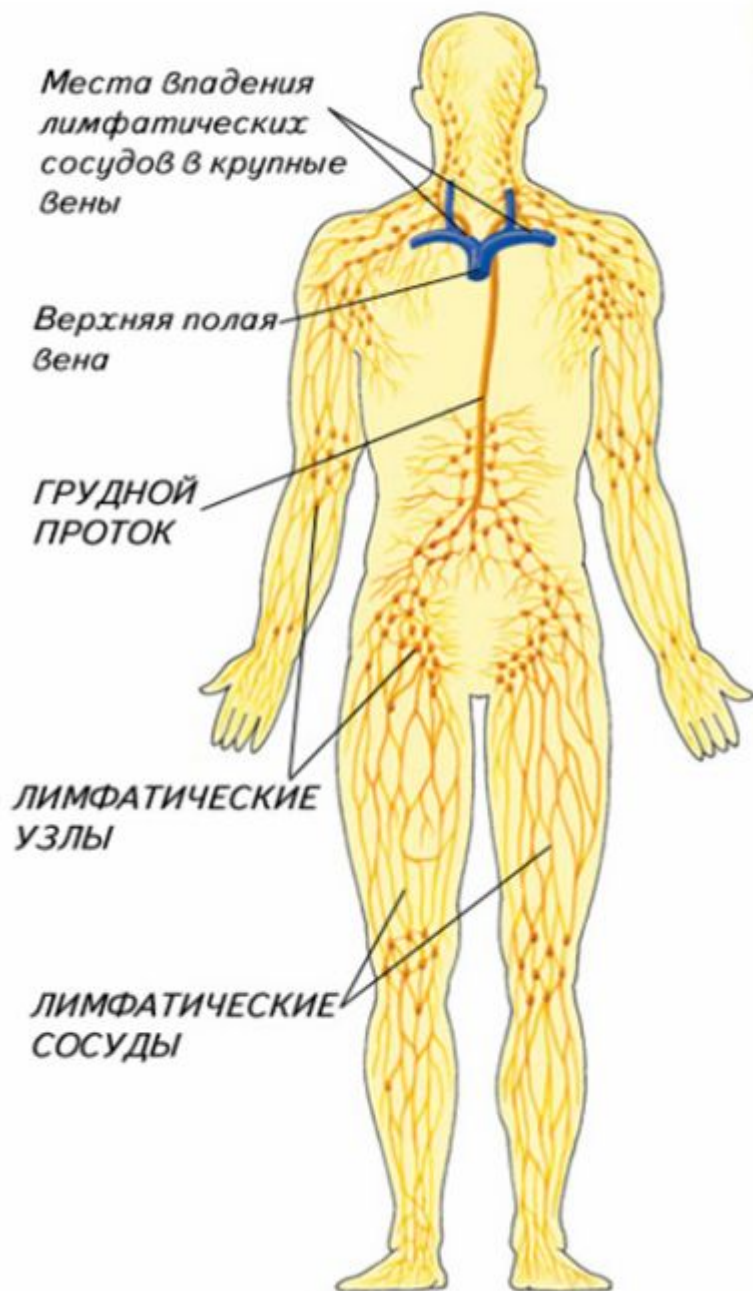
**Лимфатическая система обеспечивает передвижение лимфы по лимфатическим сосудам и способствует оттоку лишней жидкости из тканей.**



Во многих тканях имеются слепо заканчивающиеся мельчайшие **лимфатические капилляры**. В них проникает межклеточная жидкость, которая и образует лимфу. Лимфатические капилляры сливаются в более крупные **лимфатические сосуды**, которые пронизывают все органы и ткани. На внутренних стенках лимфатических сосудов расположены клапаны, благодаря которым лимфа движется в одном направлении (клапаны препятствуют обратному току лимфы).

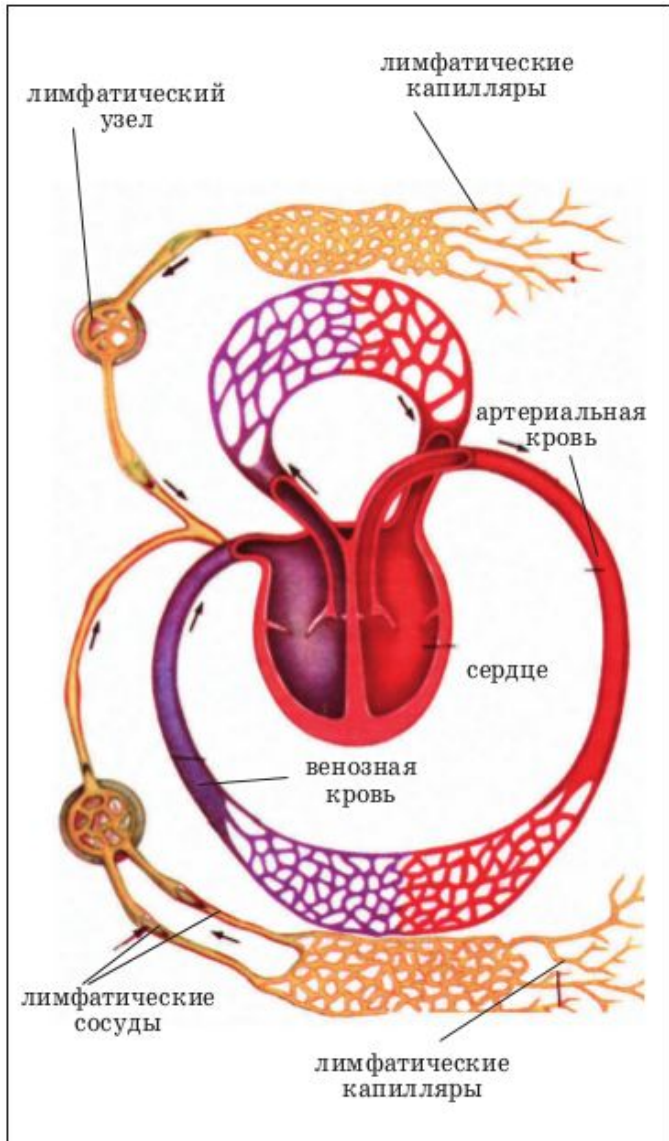
По ходу лимфатических сосудов располагаются **лимфатические узлы**. Узлы играют роль фильтров, задерживающих микроорганизмы. В них в большом количестве находятся лимфоциты, активно участвующие в иммунных реакциях организма.

# Лимфатическая система



Особенно много лимфатических узлов в подмышечной впадине, подколенных и локтевых сгибах, в грудной и брюшной полостях, на шее.

Все лимфатические сосуды объединяются в протоки, которые впадают в крупные вены большого круга кровообращения.



Благодаря этому в кровеносное русло из тканей возвращается жидкость.