

СПбГБПОУ «Фельдшерский колледж»

УП ОП 03. Анатомия и физиология человека

Внутренние среды организма. Кровь.

Разработчик: к.б.н. Иовлева Н.Н.

2021 г.



Цель и задачи лекции

Цель: ознакомиться с особенностями строения и функций внутренних сред организма.

Задачи – рассмотреть следующие вопросы:

- Гомеостаз и гомеостатические механизмы
- Кровь, лимфа и межтканевая жидкость как внутренние среды
- Форменные элементы крови и лимфы
- Белки плазмы крови
- Системы гемостаза
- Группы крови и правила переливания крови

Гомеостаз

Гомеостаз – постоянство параметров внутренней среды организма.

Важнейшие показатели:

- Ионный и молекулярный состав внутренних сред - концентрация O_2 и CO_2 , ионов K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , белков, глюкозы и т.д.
- Кислотно-щелочной баланс (pH)
- Температура
- Артериальное давление

Механизмы поддержания гомеостаза

- Гуморальные (эндокринные)
- Нервные (вегетативная нервная система)
- Пищеварительные
- Выделительные
- Барьерные
- Иммунные

Внутренние среды организма

- **Кровь и лимфа** имеют сходный состав плазмы, но различаются по форменным элементам и концентрации белков и неорганических ионов.
- **Межтканевая жидкость** – мало белков и много ионов Na^+
- **Внутриклеточная среда** – много белков и ионов K^+ (состав белков зависит от функций клетки)

Разница осмотического и онкотического давления обеспечивает обмен веществ между средами организма

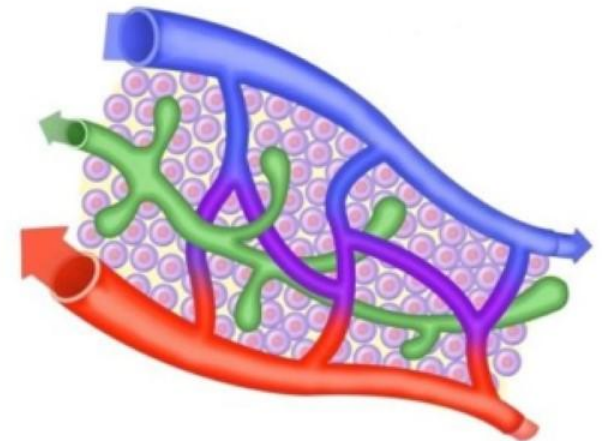
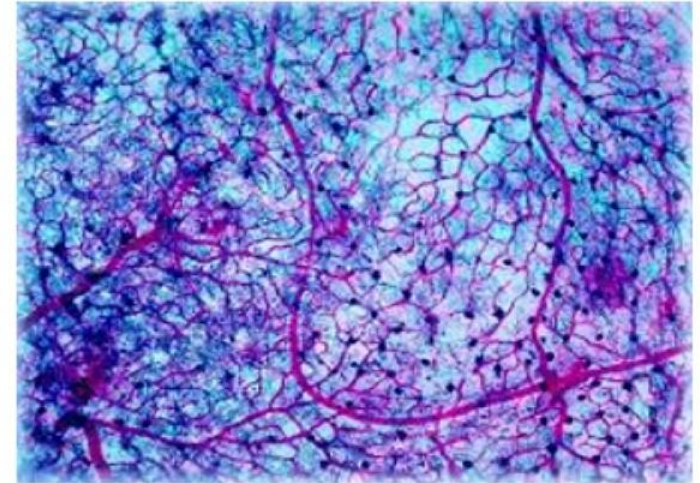
Микроциркуляторное русло

Лимфатическая часть:

- Лимфатические капилляры (слепые трубки)
- Лимфатические посткапилляры

Кровеносная часть

- Артериолы
- Прекапиллярные артериолы
- Кровеносные капилляры
- Посткапиллярные венулы
- Венулы



**Микроциркуляторное русло –
главная зона всех обменных
реакций организма!**

Нарушения обменных процессов между внутренними средами

- **Нарушение осмотического давления** (ионы K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- и др.) - отеки, обезвоживание, нарушение транспорта через клеточные мембраны.
- **Нарушение онкотического давления** (белки плазмы крови, функции печени) - отеки, плазморрагия, геморрагия.
- **Гипоксия** - недостаток кислорода приводит к снижению синтеза АТФ, страдают все функции клеток и тканей.
- **Гиперкапния** – повышенное содержание CO_2 , ацидоз, нарушение ферментативных функций.

Состав крови

1. Форменные элементы (45%): эритроциты, тромбоциты, лейкоциты (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы, Т- и В- лимфоциты, моноциты)

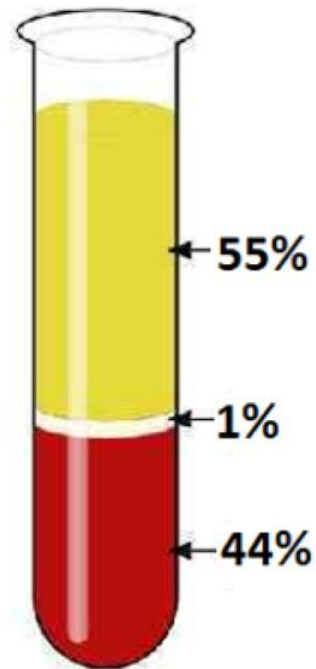
Функции:

- Обеспечивают транспорт кислорода (эритроциты)
- Обеспечивают гемостаз (тромбоциты)
- Обеспечивает иммунные реакции (лейкоциты)

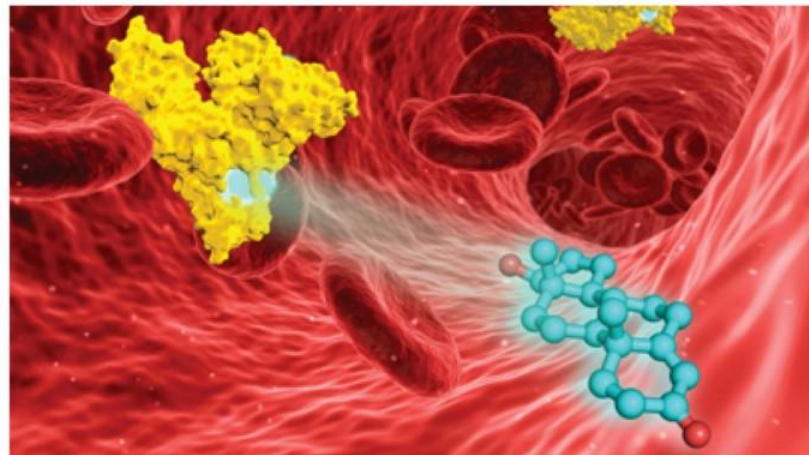
2. Плазма (55%): вода – 90%; 7-8% белка; 1% органические молекулы (глюкоза, аминокислоты и др.); 0,9% неорганические компоненты (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- , мочевины и др.)

Функции:

- Обеспечивает постоянство объема внутрисосудистой жидкости
- Обеспечивает поддержание кислотно-щелочного равновесия
- Обеспечивает транспорт питательных веществ и продуктов метаболизма
- Обеспечивает иммунные реакции (гуморальный иммунитет)



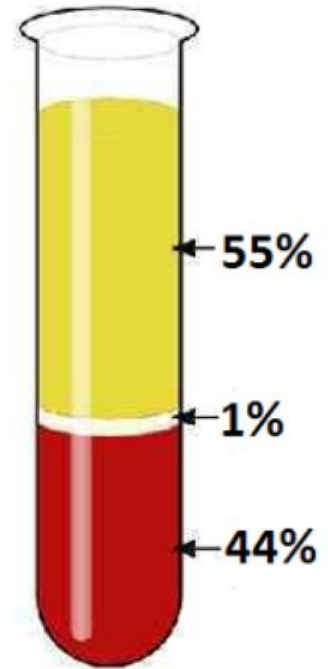
Белки плазмы крови



1. **Альбумины (60% белков плазмы)** – транспортные белки, переносят питательные вещества и продукты метаболизма, обеспечивают онкотическое давление плазмы крови.
2. **Глобулины**
 - **Иммуноглобулины (альфа1, альфа2, бета2 и гамма-глобулины)** – обеспечивают иммунные функции
 - **Белки системы комплемента (более 20 белков: C1, C2....C9 и др.)** – обеспечивают иммунные функции
 - **Белки системы гемостаза (более 20 белков: фибриноген, протромбин, антитромбин и др. – обеспечивают свертывание крови и растворение тромбов.**
 - **Ферменты** – катализаторы химических реакций

Форменные элементы крови

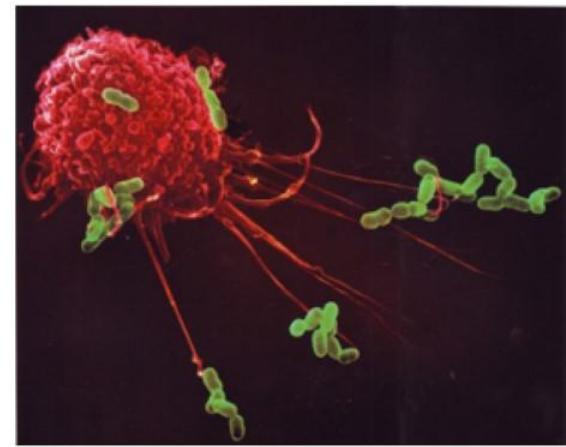
- **Эритроциты (красные клетки крови)** – двояковогнутые диски, лишены ядра и митохондрий, содержат гемоглобин, переносят кислород и углекислый газ.
- **Тромбоциты (кровяные пластинки)** – безъядерные, обеспечивают свертывание крови, выделяют факторы роста.
- **Лейкоциты (белые клетки крови)** – содержат ядро, подвижны, могут покидать кровеносное русло. Основная функция – фагоцитоз и обеспечение других иммунных реакций.



Виды лейкоцитов

- 1. Гранулоциты (зернистые, полиморфноядерные), окрашиваются разными красителями.**
 - **Нейтрофилы (55-70%):** окрашиваются нейтральным красителем, проявляется зернистость фиолетового цвета - фагоциты.
 - **Базофилы (0,5-1%):** окрашиваются основным красителем, проявляется зернистость синего цвета - выделяют гистамин и гепарин, обеспечивают воспалительные и аллергические реакции.
 - **Эозинофилы (1-5%):** окрашиваются кислым красителем, проявляется зернистость красного цвета - разрушают гистамин, маркеры аллергических и аутоиммунных реакций.
- 2. Агранулоциты (незернистые)**
 - **T- и B-лимфоциты (25-30%)** – специфический иммунитет
 - **Моноциты (6-8%)** – макрофаги

Функции лейкоцитов



- **Нейтрофилы** – фагоцитоз микроорганизмов и инородных частиц.
- **Базофилы** – выделяют медиаторы воспаления (гистамин и др.), обеспечивают миграцию других лейкоцитов в ткани, аллергические реакции.
- **Эозинофилы** – фагоцитируют медиаторы воспаления и аллергены, снижают воспалительные и аллергические реакции.
- **Лимфоциты (Т- и В-лимфоциты)** – обеспечивают **специфический иммунитет**: распознают, уничтожают и запоминают чужеродные агенты.
- **Моноциты** – макрофаги, фагоцитируют чужеродные и собственные поврежденные клетки.

Форменные элементы крови



эритроцит



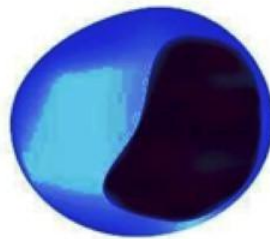
моноцит



эозинофил



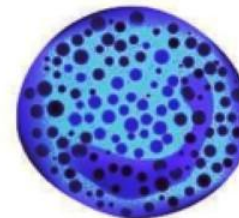
тромбоцит



лимфоцит



нейтрофил



базофил

Для подготовки к экзамену: назовите особенности строения и функций форменных элементов крови.

Важнейшие показатели крови

- **Цветовой показатель** – отражает степень насыщения эритроцитов гемоглобином.
- **СОЭ (скорость оседания эритроцитов)** – отражает соотношение фракций белков плазмы, неспецифический индикатор патологических состояний.
- **СРБ (С-реактивный белок)** – показатель воспаления
- **Гематокрит** – отношение объема форменных элементов крови к объему плазмы, индикатор патологических состояний (анемии, лейкозы, гипергидратация, обезвоживание, гиперпротеинемия и др.)

Норма гематокрита: мужчины 40-50%; женщины 35-45%

Общий (клинический) анализ крови

	1 месяц	1 год	1-6 лет	7-12 лет	13-15 лет	Женщины	Мужчины
Гемоглобин	115-175 Г/л	110-135 Г/л	110-140 Г/л	110-145 Г/л	115-150 Г/л	120-140 Г/л	130-160 Г/л
Эритроциты	$3,8-5,6 \times 10^{12}$	$3,6-4,9 \times 10^{12}$	$3,5-4,5 \times 10^{12}$	$3,5-4,7 \times 10^{12}$	$3,6-5,1 \times 10^{12}$	$3,7 \times 4,7 \times 10^{12}$	$4-5,1 \times 10^{12}$
Цветовой показатель	0,85-1,15	0,85-1,15	0,85-1,15	0,85-1,15	0,85-1,15	0,85-1,15	0,85-1,15
Ретикулоциты	3-15%	3-15%	3-12%	3-12%	2-11%	0,2-1,2%	0,2-1,2%
Тромбоциты	$180-400 \times 10^9$	$180-400 \times 10^9$	$160-390 \times 10^9$	$160-380 \times 10^9$	$160-360 \times 10^9$	$180-320 \times 10^9$	$180-320 \times 10^9$
СОЭ	4-8 мм/ч	4-12 мм/ч	4-12 мм/ч	4-12 мм/ч	4-15 мм/ч	2-15 мм/ч	1-10 мм/ч
Лейкоциты	$6,5-13,8 \times 10^9$	$6-12 \times 10^9$	$5-12 \times 10^9$	$4,5-10 \times 10^9$	$4,3-9,5 \times 10^9$	$4-9 \times 10^9$	$4-9 \times 10^9$
Палочко-ядерные	0,5-4%	0,5-4%	0,5-5%	0,5-5%	0,5-6%	1-6%	1-6%
Сегментоядерные	15-45%	15-45%	25-60%	35-65%	40-65%	47-72%	47-72%
Зозигофилы	0,5-7%	0,5-7%	3,5-7%	0,5-7%	0,5-5%	0-5%	0-5%
Базофилы	0-1%	0-1%	0-1%	0-1%	0-1%	0-1%	0-1%
Лимфоциты	40-76%	38-72%	26-60%	24-54%	25-50%	18-40%	18-40%
Моноциты	2-12%	2-12%	2-10%	2-10%	2-10%	2-9%	2-9%

Оценка количества форменных элементов крови

Повышение общего количества

- **Эритроцитоз**
- **Тромбоцитоз**
- **Лейкоцитоз**

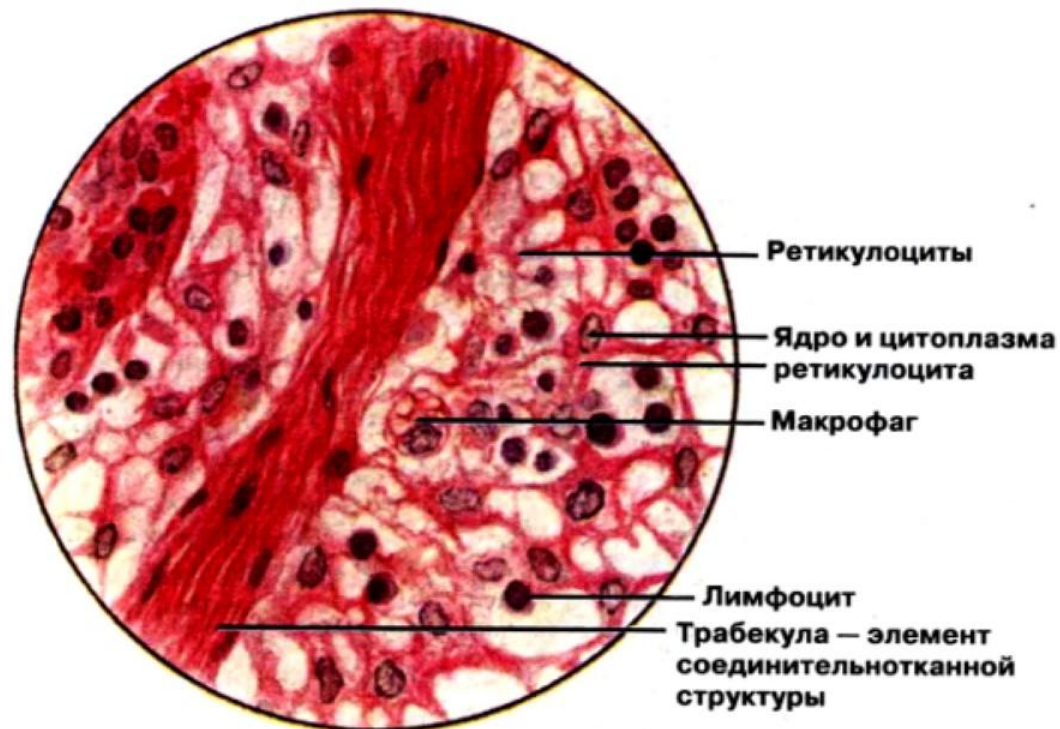
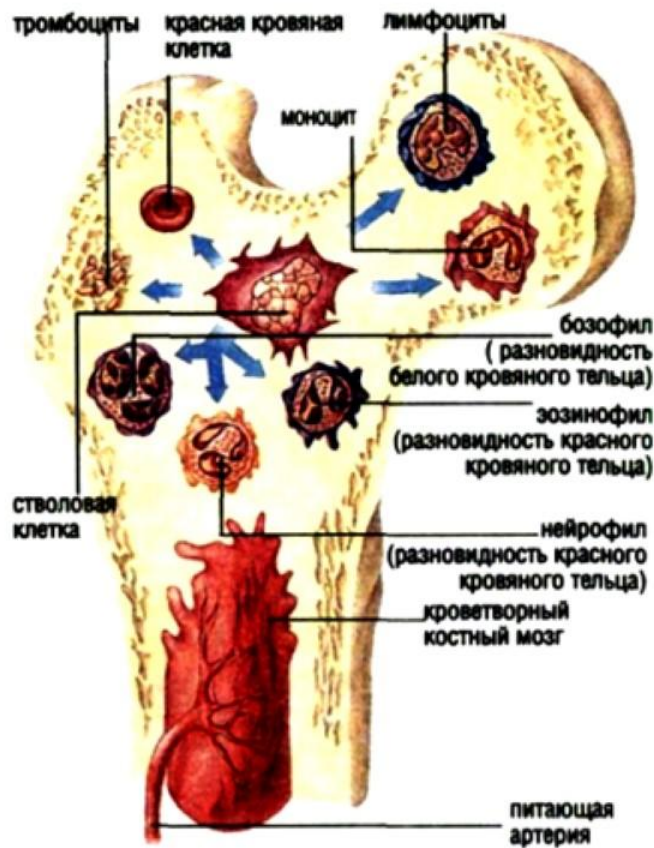
Снижение общего количества

- **Эритропения**
- **Тромбопения**
- **Лейкопения**

Кроветворные ткани

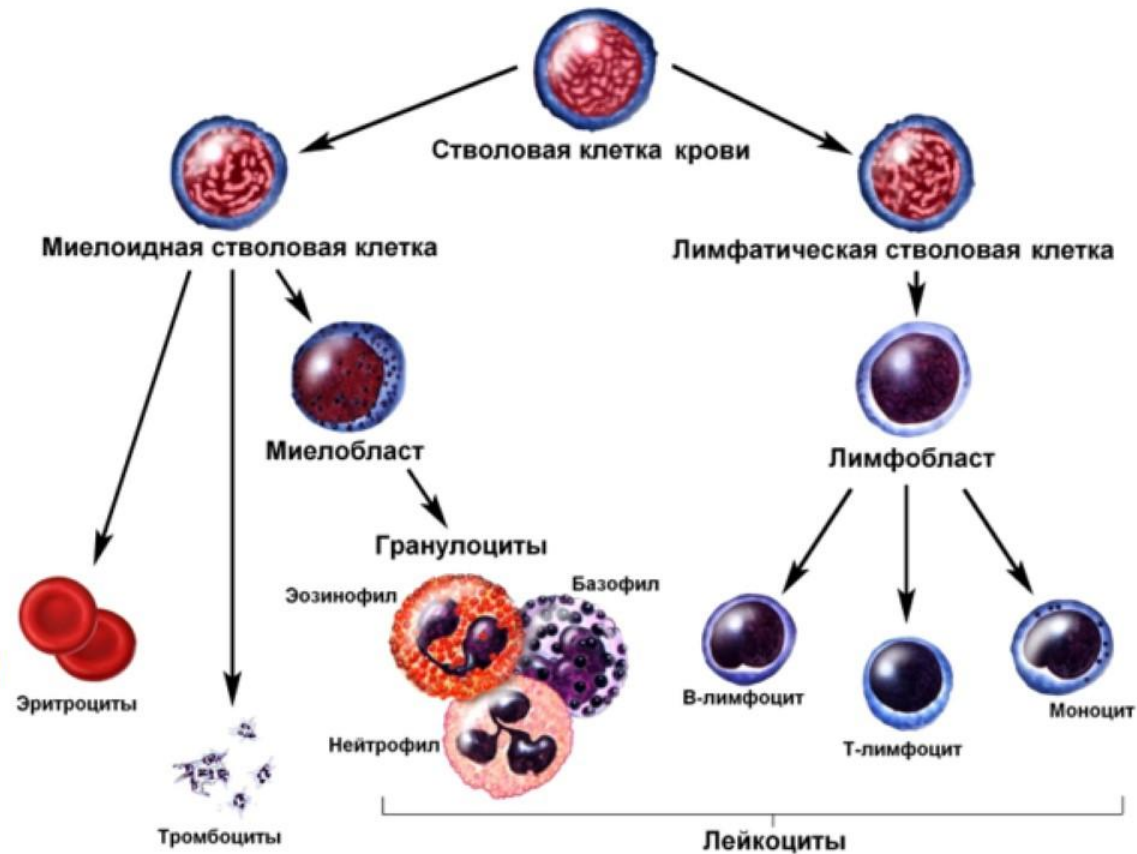
- **Миелоидная ткань** – ретикулярная ткань (разновидность соединительной ткани, составляет основу кроветворных органов), с развивающимися клетками миелоидного (эритроциты, тромбоциты, гранулярные лейкоциты) и лимфоидного (агранулярные лейкоциты) ряда. Образует красный костный мозг, расположенный в ячейках костной ткани.
- **Лимфоидная ткань** – ретикулярная или ретикулоэпителиальная ткань с развивающимися клетками лимфоидного ряда. Расположена в тимусе, селезенке, лимфатических узлах и лимфоидных образованиях.

Ретикулярная ткань красного костного мозга



Гемопозэз

- Стволовая клетка миелоидного ряда дает начало эритроцитарному, тромбоцитарному и гранулоцитарному росткам.
- Лимфоциты и моноциты происходят от стволовой клетки лимфоидного ряда.



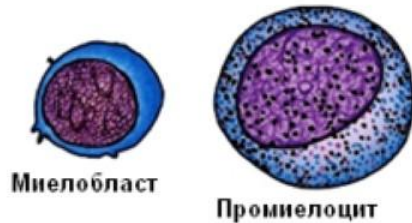
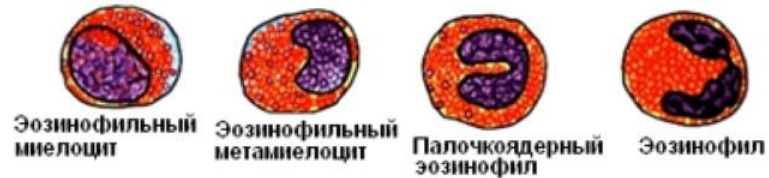
При дефектах миелоидных стволовых клеток будет нарушаться производство клеток во всех ростках этого ряда. Поражение миелоидного ряда лежит в основе патогенеза лейкозов.

Созревание клеток крови

Развитие эритроцитов



Развитие эозинофилов



Развитие нейтрофилов



Развитие базофилов



Виды анемий

Анемия (малокровие) – снижение концентрации гемоглобина в крови.

- 1. Железодефицитная анемия** - нарушение синтеза гемоглобина, вследствие дефицита железа.
- 2. Апластическая анемия** – снижение количества эритроцитов, связанное с нарушениями гемопоэза в кроветворных тканях.
- 3. Гемолитическая анемия** - связана с разрушением эритроцитов, в результате инфекций, отравления.
- 4. Постгеморрагическая (геморрагическая) анемия**- вследствие кровопотери при наружных или внутренних кровотечениях.

Гемостаз

Гемостаз – совокупность физиологических процессов, обеспечивающих сохранение жидкого состояния крови, остановку кровотечений при повреждении сосудов и растворение тромбов, выполнивших свою функцию.

Системы гемостаза:

1. Сосудисто-тромбоцитарные реакции
2. Коагуляционные механизмы - свертывание крови
3. Антикоагуляционные механизмы – противодействуют свертыванию крови
4. Фибринолитические механизмы - растворение тромбов

Белковые системы гемостаза

- **Белки системы свертывания крови (коагулянты)** – около 20 белков плазмы крови, обеспечивают каскад реакций, который приводит к свертыванию крови и образованию тромба.
- **Важнейшие коагулянты:** протромбин и фибриноген присутствуют в плазме крови в неактивном состоянии. При активации протромбин преобразуется в тромбин, фибриноген – в фибрин.
- **Важнейшие белки противосвертывающей системы (антикоагулянты)** - гепарин, антитромбин, антитромбопластин.

Большинство белков плазмы крови синтезируются в печени!

Свертывание крови

1 этап, сосудисто-тромбоцитарный:

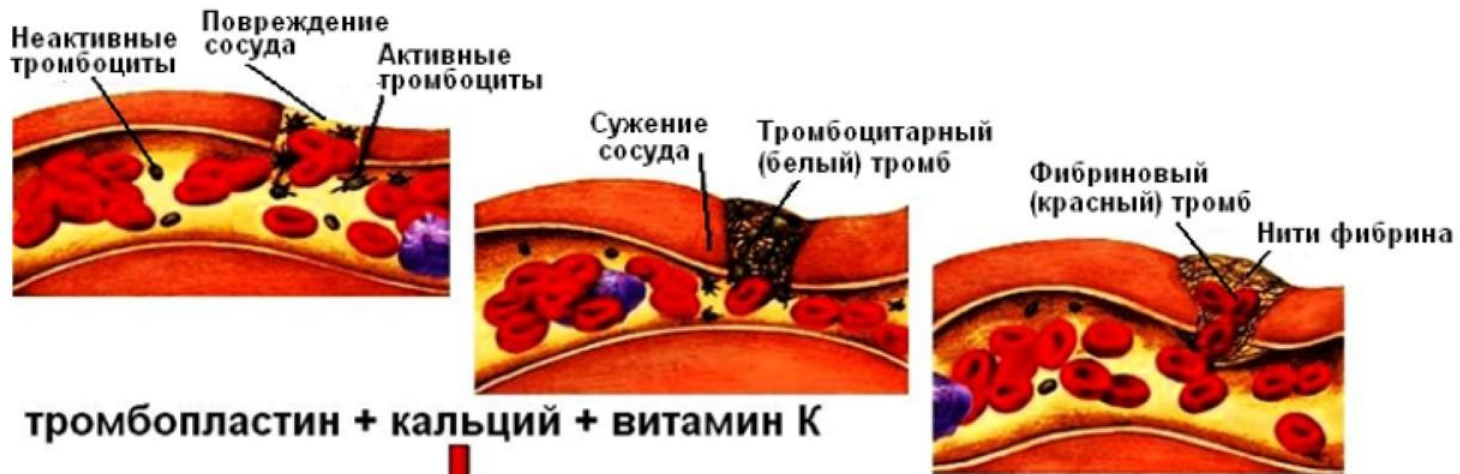
- при повреждении стенок сосуда в кровоток поступают **сигнальные молекулы и тромбопластин**, это вызывает спазм сосудов и активацию тромбоцитов. Тромбоциты прилипают к поврежденной поверхности сосуда. **Формируется «белый» (тромбоцитарный) тромб.**

2 этап, коагуляционный:

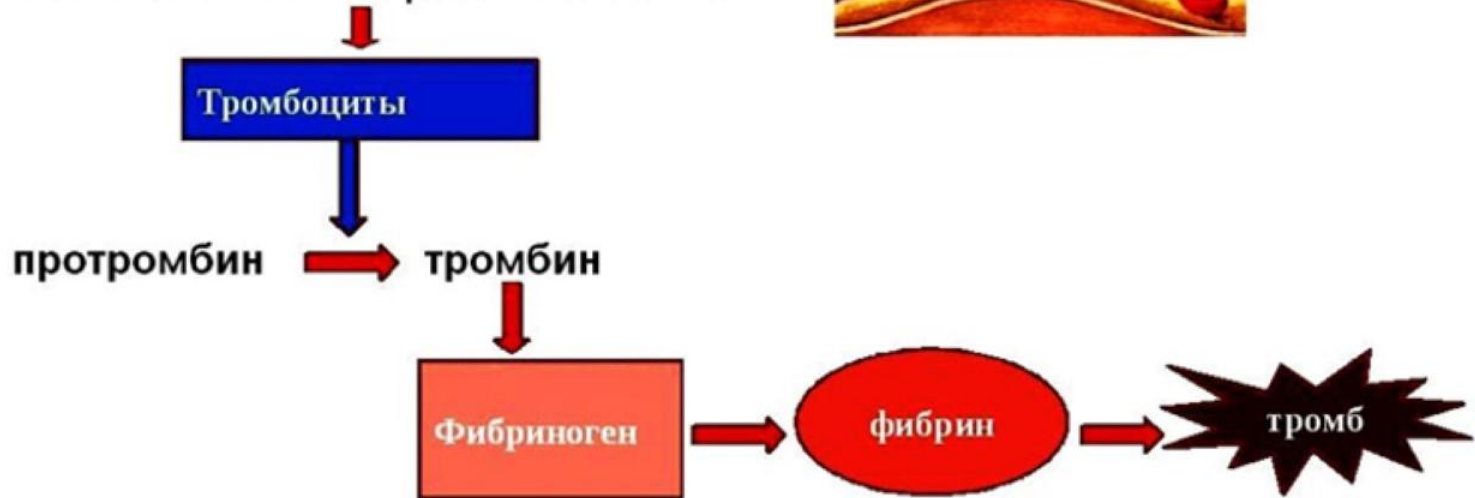
- взаимодействие **тромбопластина и протромбина**, образуется **тромбин**.
- взаимодействие **тромбина и фибриногена**, образование нерастворимых нитей **фибрина**. **Формируется «красный» тромб** (содержит эритроциты и другие клетки крови).

Для свертывания крови необходимо присутствие витамина К и ионов Ca^{2+} !

Этапы свертывания крови

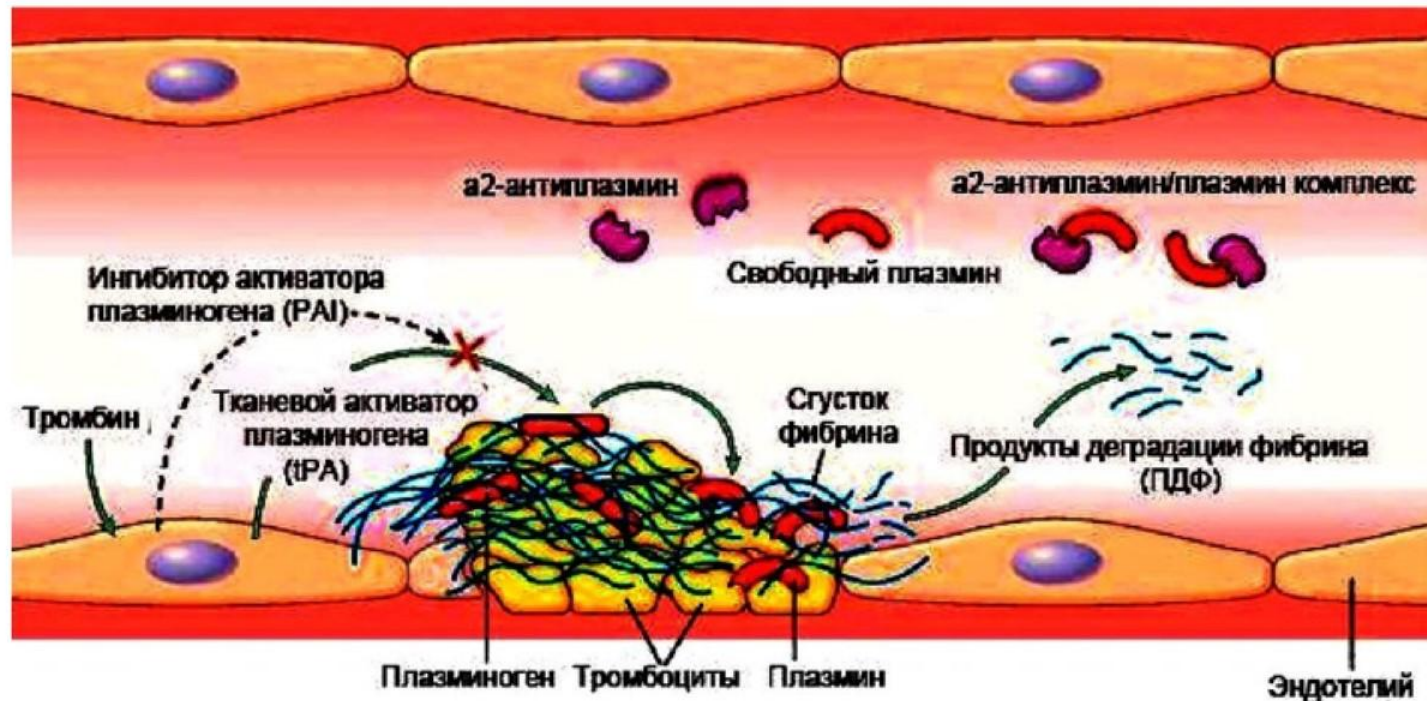


тромбопластин + кальций + витамин К



Фибринолиз

Фибринолиз – совокупность процессов, обеспечивающих растворения тромба после репарации стенки сосуда.



Баланс систем гемостаза



Нарушения систем гемостаза

1. Гипокоагуляция - снижение свертываемости крови, характерны спонтанные кровотечения.

- Тромбоцитопения
- Тромбоцитопатия
- Вазопатия
- коагулопатия

2. Гиперкоагуляция - повышение свертываемости крови, характерно образование сгустков крови в сосудах.

Осложнения нарушения баланса систем гемостаза:








- Тромбоз
- ДВС-синдром - диссеминированное внутрисосудистое свертывание, тромбгеморрагический синдром.

Реакция агглютинации и группы крови

- **Реакция агглютинации** – склеивание эритроцитов, возникает при переливании крови несовместимой группы, так как происходит реакция «антиген-антитело» .
- **Агглютиногены** - гликолипиды, рецепторы (антигены) на мембранах эритроцитов.
- **Агглютинины** – антитела из фракции гамма-глобулинов, содержатся в плазме

Группы крови различаются по наличию агглютиногенов на мембранах эритроцитов и агглютининов в плазме крови.

Группы крови системы АВ0

Группы крови	I (0)	II (A)	III (B)	IV (AB)
Агглютиногены в эритроцитах				
Агглютинины в плазме				

Группы крови в системе АВ0

Группы крови	Агглютиногены на эритроцитах	Агглютинины в сыворотке крови
О (I)	Нет	ab
А (II)	А	bb
В (III)	В	aa
АВ (IV)	АВ	Нет

Большая «А» не должна встречаться с маленькой «а»
Большая «В» не должна встречаться с маленькой «b»

Совместимость групп крови

Группы крови	0 (I) ab	A (II) b	B (III) a	AB (IV) 0
0 (I)	+	-	-	-
A (II)	+	+	-	-
B (III)	+	-	+	-
AB (IV)	+	+	+	+

Совместимость групп крови

Гемотрансфузионный шок – возникает при переливании крови несовместимой группы, происходит массивный гемолиз и закупорка капилляров, повреждение почечных канальцев.

Прогноз – крайне неблагоприятный!

Реакция агглютинации происходит в результате реакции «антиген-антитело», если агглютиногены эритроцитов встречаются с одноименными агглютинидами плазмы крови (А-а, В-в).

Резус фактор (Rh)

Резус-фактор – набор антигенов на мембране эритроцитов.

- **Резус положительный (Rh +)** – есть антигены группы Rh (85% европейцев).
- **Резус отрицательный (Rh -)** – нет антигенов группы Rh (15% европейцев).

При переливании крови Rh + реципиенту с Rh- , в крови реципиента будут образовываться антитела и при повторном переливании разовьется резус-конфликт (гемотрансфузионный шок).

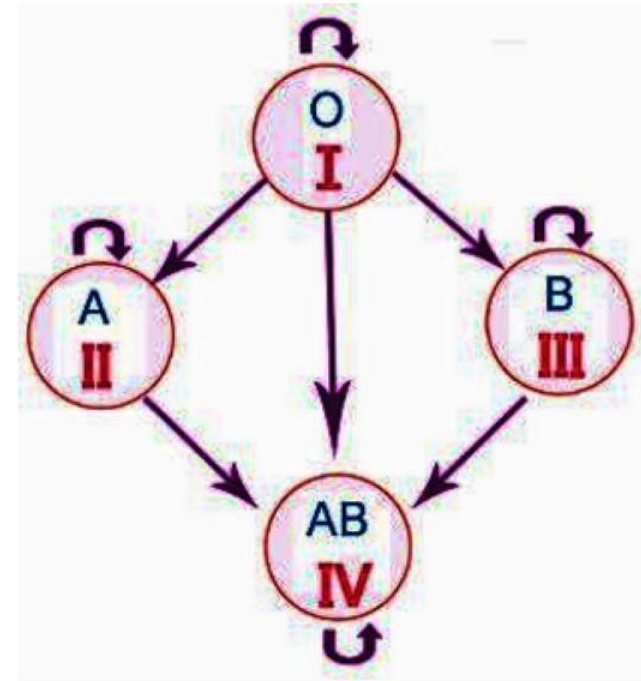
Rh- можно переливать только Rh- кровь!

Резус конфликт при беременности

- Резус конфликт может возникнуть у Rh-матери, если у плода Rh+ кровь.
- Резус конфликт, как правило, возникает при второй и более беременности.
- У Rh+ матери резус конфликт не возникает.

Донорство крови

- В настоящее время допускается переливание крови только одноименной группы (система ABO).
- Нельзя переливать резус положительную (Rh+) кровь к реципиенту с резус отрицательной (Rh-) кровью вне зависимости от группы крови в системе ABO
- Rh- можно переливать только Rh- кровь!
- **В крайних случаях** возможно переливание резус отрицательной (Rh-) крови к реципиенту с резус положительной (Rh+) кровью в соответствии с правилами переливания групп крови в системе ABO



Определение групп крови

Для определения группы крови проводятся прямая и обратная пробы со стандартными сыворотками.

- **Прямая проба** - кровь обследуемого смешивают со стандартными сыворотками к агглютиногенам А и В и смотрят, где наступила агглютинация.
- **Обратная проба** - сыворотку обследуемого смешивают с эритроцитами известной группы.

Правила переливания крови

- **Перекрестная биологическая проба** – проводится непосредственно перед переливанием крови. Эритроциты донора смешивают на стекле со свежей сывороткой крови реципиента – прямая проба. Затем эритроциты реципиента смешивают с сывороткой крови донора – обратная проба.

Контрольные вопросы

1. Что такое гомеостаз, каковы функции гомеостатических механизмов?
2. Каковы особенности состава крови, лимфы и межтканевой жидкости, как внутренних сред организма?
3. Назовите форменные элементы крови и лимфы, каковы их функции?
4. Назовите важнейшие фракции белков плазмы крови, какие функции они выполняют?
5. Назовите важнейшие клинические показатели крови, что отражают показатели СОЭ и гематокрита?
6. Назовите виды анемий, в чем их особенности?
7. Назовите системы гемостаза, какие функции они выполняют?
8. Назовите этапы свертывания крови.
9. Назовите группы крови в системе АВ0 и резус фактора, чем они различаются, в чем их значение?
10. Какие факторы важно учитывать при переливании крови?

Домашнее задание

Учебник:

- Гайворонский И.В. И др. Глава «Внутренние среды организма. Кровь»
- Смольяникова Н. В., Фалина Е.Ф., Сагун В.А. Анатомия и физиология. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. С. 42-56.

Самостоятельная внеаудиторная работа:

выполнение заданий в рабочей тетради по Анатомии и физиологии человека. Часть 4. Раздел 6.