

Функции крови, ее основные константы
и механизмы поддержания их
постоянства. Форменные элементы
крови и ее защитные функции.

Автор: Акшевский Н.А

4 группа, 2 курс ЛФ.

19.11.21.

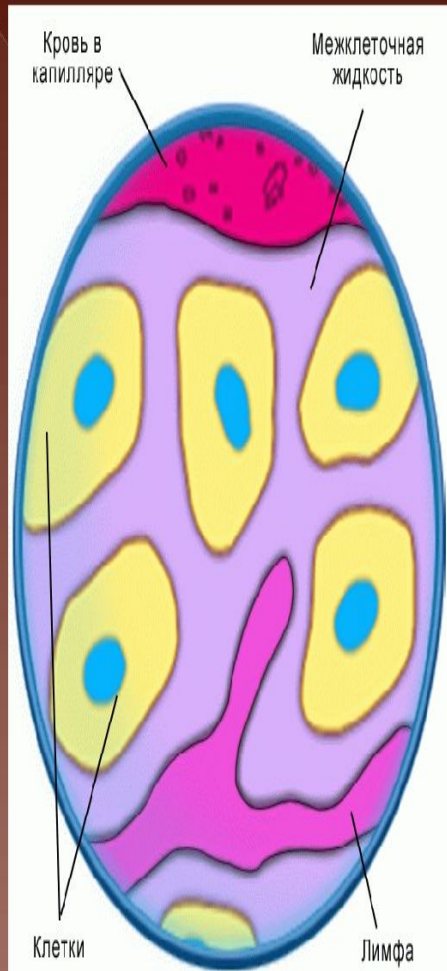
Нормальная физиология,
МГМСУ

Понятие о внутренней среде организма и ее компонентах.

- **Внутренняя среда организма**- совокупность внутренних жидкостей организма (крови , лимфы, межклеточной жидкости), обеспечивающих обмен в-в между тканями организма и окр. средой и поддержание гомеостаза.
- Компоненты внутренней среды:
 - а) **Кровь**;
 - б) **Лимфа**;
 - в) **Межклеточная жидкость**.

Лимфа, ее состав и ф-ции

ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА



- **Лимфа**- компонент внутренней среды организма человека, представляющая собой прозрачную жидкость белковой природы, протекающая в лимфокапиллярах и сосудах.

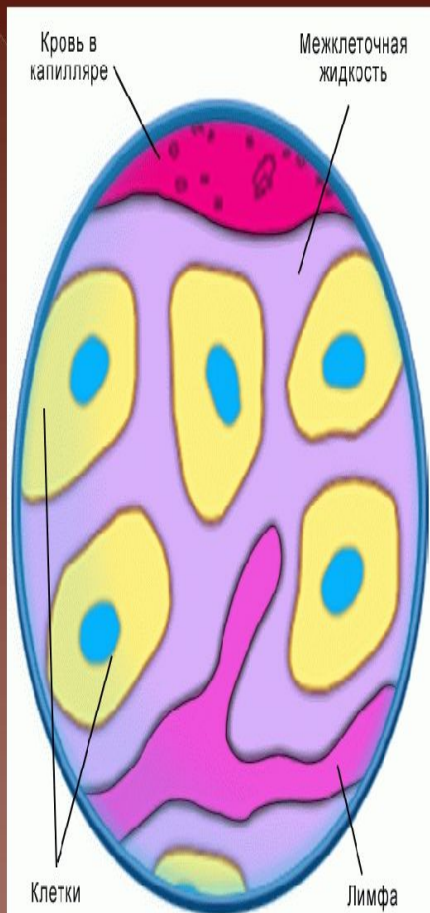
Лимфа по составу близка к плазме крови, но в ней нет эритроцитов, но много лимфоцитов. В состав лимфы также входят нейтральные жиры, простые сахара, NaCl , Na₂CO₃, соли кальция, магния и железа.

Ф-ции лимфы:

- 1) Возврат электролитов, белков и воды из межклеточного пространства в кровяное русло;
- 2) Перенос многих в-в, всасываемых в органах пищеварения , в т.ч жиров;
- 3) Поддержание гомеостаза;
- 4) Защитная (обезвреживание бактерий, вирусов, токсинов);
- 5) Дренажная ф-ция (удаление избытка тканевой жидкости в органах, который создается за счет того, что фильтрация повышает реабсорбцию жидкости в капилляры).

Основные внесосудистые жидкие среды организма (интерстициальная и ЦСЖ), их значение.

ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА



- **Спинномозговая жидкость**- жидкость, циркулирующая в желудочках ГМ, подпаутинном пространстве ГМ и С/М.
- Образуется путем секреции эпендимоцитов в желудочках ГМ. Ежедневно вырабатывается 600-700 мл жидкости, т.е ликвор полностью обновляется примерно 4 раза в день.

Ф-ции ЦСЖ :

1) Предохранение ГМ и С/М от механических воздействий;

2) Поддержание постоянного внутричерепного давления и водно-электролитного гомеостаза

Интерстициальная жидкость- часть внутренней среды организма, схожая с плазмой крови и служащая межклеточным в-вом для организма. Образуется из плазмы, проникающей через стенки кров.сосудов в межклеточное пространство. Из тканевой жидкости об-зуется лимфа, идущая по лимфососудам. В состав тканевой жидкости входят вода, аминокислоты, сахара, жирные к-ты, коферменты, гормоны, нейромедиаторы, соли.

Ф-ции тканевой жидкости:

1) Тканевая жидкость омывает клетки тканей, что позволяет доставлять в-ва к клеткам и удалять отходы жизнедеятельности.

Понятие о системе крови

- Данное понятие было введено Г.Ф. Лангом в 1939.г. В него входят :
 - а) Периферическая кровь, циркулирующая по сосудам;
 - б) Органы кроветворения: ККМ, лимфоузлы;
 - в) Органы кроверазрушения: селезенка, печень;
 - г) Регулирующий нейро-гуморальный аппарат.

Функции крови, их общая характеристика

- **1) Транспортная**- связана с переносом чего-либо. За счет нее возможные другие ф-ции:
 - а) Дыхательная- перенос O₂ от легких к другим клеткам и CO₂ от клеток к легким;
 - б) Трофическая- перенос пит. в-в от ЖКТ к клеткам организма;
 - в) Экскреторная- доставка метаболитов к выделительным и дыхательным органам (почки и легкие) ;
 - г) Терморегуляторная- поддержание постоянства температуры тела и перераспределение тепла.
- **2) Защитная :**
 - а) Фагоцитоз- поглощение чужеродных клеток и их переваривание;
 - б) Свертывание крови- образование сгустка крови при повреждении сосудов. Нельзя допускать застоя крови, т.е нужны антикоагулянты (например, гепарин) ;
 - в) Иммунная – специфический (индивидуальный, сохраняет память при встрече с антигенами) и неспецифический (врожденный, после контакта с чужеродным фактором не сохраняет память)
- **3) Регуляторная** – идет благодаря гормонам, выделяемым в кровь, при помощи которых идет регуляция ф-ций отдельных тканей организма;
- **4) Гомеостатическая**- поддержание постоянства внутренней среды организма благодаря перемещению крови.

Физиологические константы крови

В свою очередь константы крови подразделяют на мягкие (пластичные) и жесткие.

1) Мягкие(пластичные)- константы, способные отклоняться, изменять свою величину от прежнего уровня в относительно широких пределах без резких изменений жизнедеятельности клеток и, следовательно, функций организма.

2) Жесткие – колеблются в очень мизерных диапазонах, т.к. отклонение на значительные величины приводит к нарушению жизнедеятельности клеток или функций целого организма.

- К мягким константам относят :
- **1) Кол-во крови, циркулирующей по сосудам.** Всего крови в человеке 4-6 л (70 мл/кг, = 7% массы тела) . В состоянии покоя циркулирует около половины этого объема, другая откладывается : в печени – 20%, в селезенке- 16% , в кожных сосудах – 10%;
- **2) Соотношение объемов плазмы крови и форменных элементов.** Данное понятие называется *гематокритом* – в норм. условиях = у М 55% плазмы и 45% форменных элементов, а у Ж 60% плазмы и 40% форменных элементов крови;
- **3) Кол-во форменных элементов крови:**
- а) Эритроцитов у мужчин $4-5,5 \times 10^{12}/л$, а у женщин $3,7-5 \times 10^{12}/л$;
- б) Лейкоцитов = $4-9 \times 10^9/л$;
- в) Тромбоцитов = $180-320 \times 10^9/л$.
- **4) Кол-во гемоглобина у М = 130-160 г/л , у Ж = 120-140 г/л.**

Продолжение

- **5) Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)** . У мужчин 2-10 мм/ч , у женщин 2-15 мм/ч. СОЭ зависит от таких факторов , как кол-ва эритроцитов, их морфологических особенностей, белкового состава плазмы , способности эритроцитов к агрегации. Также еще зависит от физиологического состояния организма : например, при беременности , воспалениях, эмоциональном и физическом напряжениях СОЭ увеличивается;
- **6) Вязкость крови**(способность сопротивляться течению жидкости при перемещении частиц за счет внутреннего трения) обусловлена наличием плазменных белков и кол-вом эритроцитов. Вязкость цельной крови = 5,0 мПа x с (если вязкость воды принять за 1), вязкость плазмы= 1,7-2,2.
- К жестким константам относят :
- **1) Ионный состав крови.** Общее кол-во минеральных в-в плазмы крови= 0,9%. К этим в-вам относятся катионы: Na^{+} = 140; K^{+} = 4,5 ; Ca^{2+} = 2,3 ммоль/л и анионы: Cl^{-} = 102 ; HPO_4^{2-} = 2; HCO_3^{-} = 22 ммоль/л. Катионный состав жестче , чем анионный;
- **2) Общее кол-во белков в плазме – 7-8% (65-85 г/л).**
- Белки плазмы различают по морфо-функциональным св-вам. Их делят на 3 основные группы: альбумины (4-5%) , глобулины (3%) и

Продолжени е

Белки плазмы крови

Белки	Конц. в плазме, г/л	Место образования	Основные функции
Альбумины	35-40	печень	Онкотическое давление, транспорт Ca^{2+} , жирных кислот и др. липофильных веществ.
α_1 -глобулины	3-6	Печень, красный костный мозг,	Транспорт липидов, тироксина, гормонов коры надпочечников.
α_2 -глобулины	4.9	селезенка, лимфатические узлы.	Ингибитор плазмينا. Свертывание свободного гемоглобина.
β -глобулины	6-11		Транспорт липидов, железа. Белки системы комплемента.
γ -глобулины	13-17		Циркулирующие антитела
Фибриноген	30	Печень	Свертывание крови, агрегация тромбоцитов
Протромбин	1	Печень	Свертывание крови

- Важным показателем является альбумино-глобулиновый (белковый) комплекс, т.е. отношение кол-ва альбуминов к кол-ву глобулинов. В норме он равен 1,2-2,0. Уменьшение индекса наблюдается при снижении содержания альбуминов (например, при усиленном удалении их с солями тяжелых металлов) или при увеличении содержания глобулинов плазмы (например, при интоксикации).
- 3) Относительная плотность (удельный вес)** зависит от содержания в ней форменных элементов, белков и липидов. Удельный вес цельной крови = 1,050-1,060, плазмы – 1,025-1,034 Н/м³;
- 4) Осмотическое давление крови (осмолярность)**- сила, заставляющая растворитель(воду) переходить через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного в более концентрированный р-р. Осмолярность крови= 7,6 атм (290 мосм/кг). Оно зависит от содержания низкомолекулярных соединений (главным образом, солей в плазме крови). Повышение осмолярности вызывает переход воды из клеток в кровь, в р-те чего идет плазмолиз (Уменьшение V клеток), а снижение осмолярности вызывает переход воды из крови в клетки и увеличение V клеток, набухание. **Изотонический р-р** – раствор, в котором осмо. давление равно осмо.давлению клеток (например, р-р NaCl= 0,85% ; р-р KCl= 1,1%; р-р глюкозы = 5,5%; NaHCO₃= 1,3%). **Гипертонический р-р** – раствор, в котором осмо.давление выше осмо.давления клеток (они вызывают сморщивание клеток в р-те перехода части воды из клеток в р-р). **Гипотонический**- осмо. давление р-ра ниже осмо.давления клеток (V клеток увеличивается).

Продолжен ие

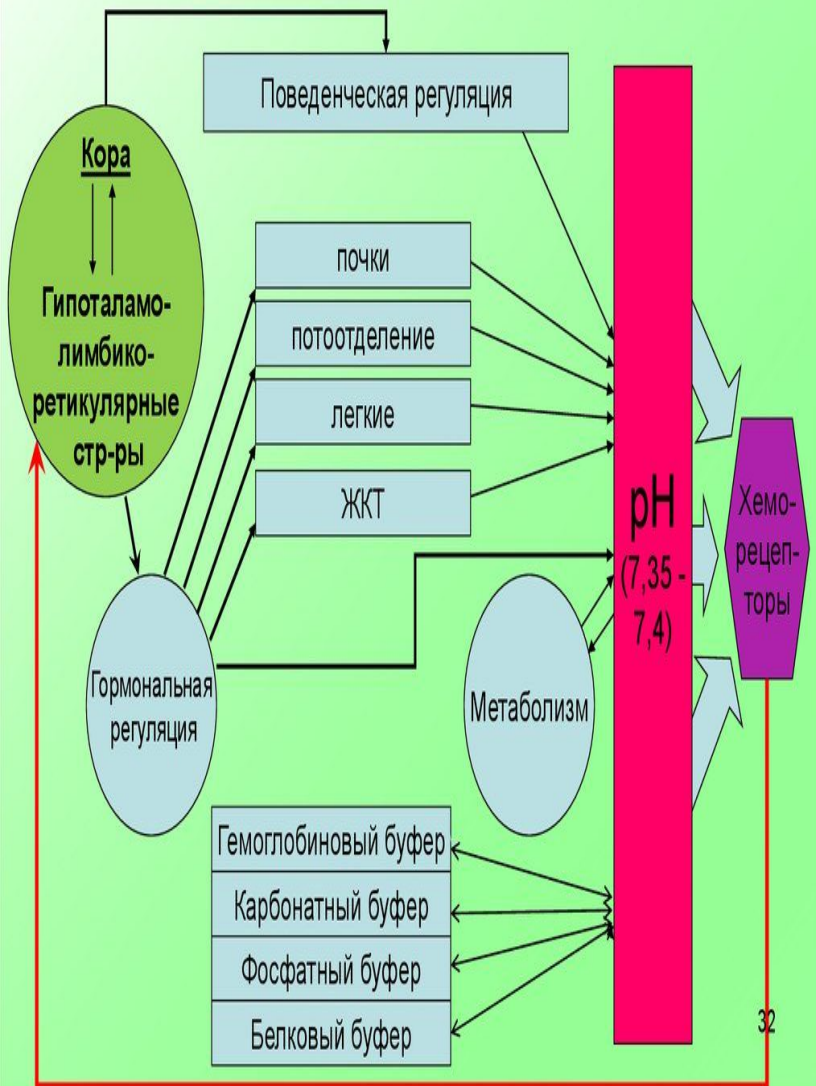
- **Онкотическое давление**- часть осмотического давления, создаваемая белками плазмы. Его значение не превышает 0,03-0.04 атм или 25-30 мм рт. ст. Величина онко.давления зависит в большей степени от альбуминов, т.к у них малая мол.масса и их много в плазме. Данное давление участвует в регуляции водного обмена (чем оно больше, тем больше воды удерживается в сосудистом русле и тем меньше ее переходит в ткани). При снижении онко.давления вода выходит из сосудов в интерстициальное пространство, что ведет к отеку тканей;
- **4) Содержание СбН1206 в норме** = 3,3-5,5 ммоль/л;
- **5) Содержание O2 и CO2** в крови. Артериальная кровь содержит 18-20 % CO2 и 50 % O2; Венозная кровь содержит O2 12 % и CO2 55 %;
- **6) Кислотно-основное состояние крови (рН)**- активная реакция крови обусловлена соотношением H⁺ и OH⁻ ионов. Является жесткой констанцией, т.к при строго точном КОС возможно нормальное протекание обменных процессов. Для оценки активной р-ции крови используют рН=7,36 (в артериях рН=7,4, а в венах рН=7,35). Если концентрация H⁺ приводит к сдвигу в кислой среде, то идет *ацидоз*. В случае уменьшения H⁺ и увеличения OH⁻ происходит *алкалоз*.
- Выделяют 4 основных механизма поддержания КОС: буферирование; удаление CO2 при внешнем дыхании; регуляция реабсорбции бикарбонатов в почках и удаление нелетучих к-т с мочой (регуляция секреции и реабсорбции водородов ионов в почках)

Виды буферов.

- Выделяют 4 вида буферов :
- **а) Гемоглобиновый буфер** эритроцитов представлен системой “дезоксигемоглобин-оксигемоглобин” . Самая мощная . Буферные свойства системы обусловлены тем, что при накоплении в эритроцитах избытка водород- ионов дезоксигемоглобин, теряя ион калия, присоединяет к себе ион водорода;
- **б) Карбонатный буфер**- представлен бикарбонатом натрия и угольной к-той. В;
- **в) Фосфатный буфер**- образован дигидрофосфатом натрия гидрофосфатом натрия.;
- **г) Белковый буфер**- плазменные белки обладают амфотерными свойствами, благодаря чему в кислой среде ведут себя как основания, а в основной- как кислоты.

Саморегуляторный принцип поддержания констант крови.

Функциональная система поддержания рН крови



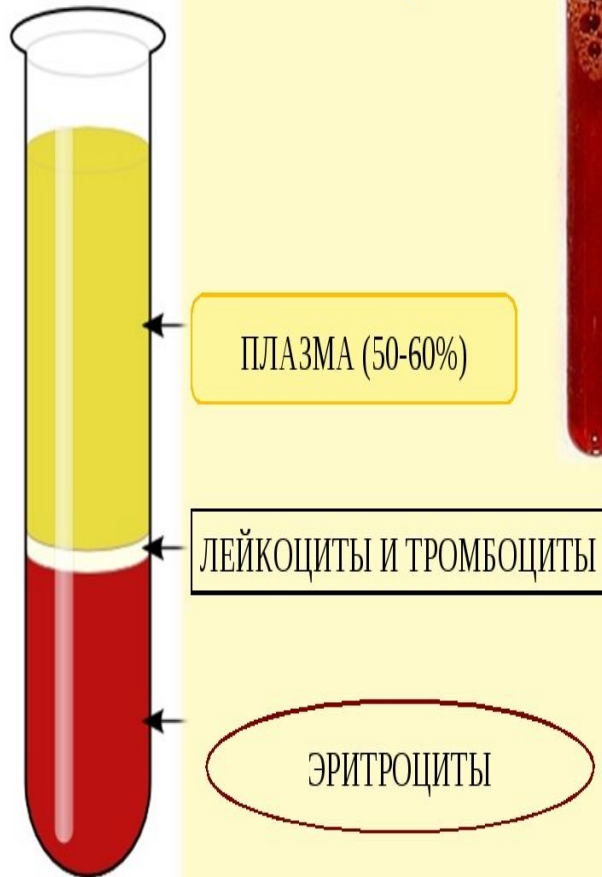
- В процессе обмена в-в образуются метаболиты, способные изменить рН как в кислую, так и в основную стороны. При н.у рН постоянна за счет работы буферов, но если буферы не могут повлиять на изменение рН, то включаются другие механизмы.

Например, накопление метаболитов приводит к раздражению хеморецепторов сосудов, от которых ин-фия идет в гипоталамо-лимбико-ретикулярные структуры ГМ. Они готовят ответ на основе поступающей ин-ции, направленный на восстановление исходного значения. При этом изменяется деятельность почек, ЖКТ в р-те чего удаляется избыток в-в, вызвавших сдвиг рН.

Например, при ацидозе почки выделяют кислые соли, а при алкалозе – больше основных солей. Через потовые железы удаляется молочная к-та, а изменение легочной вентиляции (объема воздуха, прошедшего при дыхании через легкие за 1 мин) приводит к удалению CO₂. В регуляции рН участвует еще эндокринная система.

Форменные элементы крови и плазма. Их характеристика

Состав крови



- В свою очередь кровь состоит на 55% из плазмы и на 45% из форменных элементов .
- I) **Плазма крови**- гелеобразная масса желтоватого цвета, состоящая на 90-93 % из воды и на 7-10% из сухого в-ва, в котором присутствуют белки и другие минеральные соединения -липиды, углеводы, ферменты, витамины и т. д. Состав плазмы зависит от приема пищи, воды и солей. Плазма без фибриногена- *сыворотка* . ;

II) **Форменные элементы крови**- клетки крови.

1) **Эритроциты**- красные двояковогнута-дисковидные клетки , лишенные ядра и др. органелл в процессе дифференцировки. Продолжительность=120 суток. Снаружи окружен полупроницаемой плазмолеммой , пропускающей O_2 , CO_2 , Cl^- и HCO_3^- , а также воду и ионы Na^+ и K^+ . В состав их плазмолеммы входят такие белки как спектрин(изменение формы клетки при прохождении через мелкие капилляры), гликофорин (рецепторная) , актин (сокращение), полоса 3(трансмембранный белок, участвующий в обмене O_2 и CO_2).

Эритроциты в норме ровные и двояковогнутой формы. Но еще встречаются и другие формы(сфероциты, эхиноциты с выростами, planoциты плоские, куполообразные-стоматоциты. Эти формы стареющие). Есть еще S-образная форма эритроцита, свойственной при *серповидно-клеточной анемии*. Изменения формы эритроцитов- *пойкилоцитоз*. В норме эритроцит $d=7$ мкм - нормоцит , меньше 7мкм –микроцит, больше 7мкм- макроцит. Изменение размера эритроцитов – *анизоцитоз*

Функции эритроцитов

- 1) дыхательная — перенос кислорода от альвеол легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким;
- 2) регуляция pH крови благодаря одной из мощнейших буферных систем крови — гемоглобиновой;
- 3) питательная — перенос на своей поверхности аминокислот от органов пищеварения к клеткам организма;
- 4) защитная — адсорбция на своей поверхности токсических веществ;
- 5) участие в процессе свертывания крови за счет содержания факторов свертывающей и противосвертывающей систем крови;
- 6) эритроциты являются носителями разнообразных ферментов (холинэстераза, угольная ангидраза, фосфатаза) и витаминов (B1, B2, B6, аскорбиновая кислота);
- 7) эритроциты несут в себе групповые признаки крови.

- ▶ Эритроциты образуются как и все другие клетки крови из одной стволовой клетки на уровне клетки - предшественницы миелопоэза под влиянием гуморального фактора эритропоэтина. Образуются эритробласты, которые созревают постепенно проходя фазы различных уровней до ретикулоцита и эритроцита. Эритроцит у человека безъядерный.

Гемоглобин, его соединения и ф-ции.

Производные гемоглобина

- *Оксигемоглобин* $\text{HbO}_2 (\text{Fe}^{2+})$ – соединение молекулярного кислорода с гемоглобином.
- *Карбоксигемоглобин* $\text{HbCO} (\text{Fe}^{2+})$. Связь гема с СО в двести раз прочнее, чем с O_2 .
- *Метгемоглобин* $\text{HbOH} (\text{Fe}^{3+})$. Образуется при воздействии на гемоглобин окислителей (оксидов азота, метиленового синего, хлоратов).

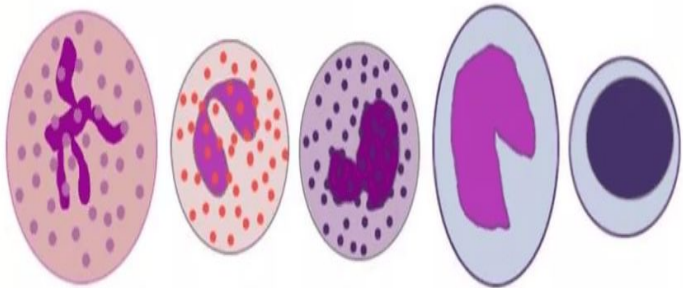
- **Гемоглобин**- химическое соединение, являющийся гемопротеином. Состоит из белка- глобина и 4 молекул гема. В геме есть 2-х валентное железо, играющее ключевую роль в деятельности гемоглобина, являясь его простетической(активной) группой. Для нормального синтеза гемоглобина нужно достаточное поступление железа с пищей.

Лейкоциты , их виды и функции

Лейкоциты



Белые клетки крови



нейтрофил эозинофил базофил моноцит лимфоцит

- **2) Лейкоциты**- белые кровяные клетки с ядром и цитоплазмой. Продолжительность = 5-9 суток. Общее кол-во = $4-9 \times 10^9$ /л. В лейкоцитах есть целый ряд ферментов: протеазы, пептидазы, липазы, дезоксирибонуклеазы. При наличии определенных хим. раздражителей они могут проходить через эндотелий капилляров, перемещаться к раздражителю и поглощать его, а затем за счет ферментов расщеплять. Кроме того, они способны вырабатывать антитела, цитокины(регуляторы гемопоэза и иммунного ответа).

Классификация лейкоцитов по гранулам: *зернистые*(нейтрофилы, эозинофилы, базофилы) и *незернистые* (лимфоциты и моноциты). *Лейкоцитарная формула*- процентное содержание основных видов лейкоцитов.

а) Эозинофилы- один из зернистых лейкоцитов, обладающих фагоцитарной активностью. Основная функция заключается в разрушении белковых токсинов, чужеродных белков и комплексов АГ-АТ. В эозинофильных гранулах содержится гистаминазный фермент, разрушающий гистамин базофилов и тучных клеток. Кроме того, они участвуют в процессе фибринолиза, т.к в них происходит выработка плазминогена-предшественника плазмина (одного из главных ф-ров фибринолитической активности крови);

Продолжение

Лейкоциты



Белые клетки крови



- **б) Базофилы**- их гранулы содержат гистамин и гепарин. Гистамин отвечает за увеличение проницаемости сосудов и бронхов, также расширяет капилляры для активации процессов заживления ран . Гепарин препятствует свертыванию крови в очаге воспаления;
- **в) Нейтрофилы**- выраженная фагоцитарная активность. Защищает организм от патогенов и их токсинов. Они быстро появляются в местах воспаления. Фагоцитируют живые и погибающие микробы, чужеродные частицы , а затем расщепляют их за счет собственных ферментов. Вырабатывают противовирусный интерферон;

г) Моноциты- незернистые лейкоциты с более выраженной фагоцитарной , чем у нейтрофилов и эозинофилов. В очаге воспаления они фагоцитируют микробы, опухолевые клетки, т.е они очищают очаг воспаления и подготавливают место для регенерации ткани;

д) Лимфоциты- незернистые лейкоциты с большим сроком жизни (до 20 лет и выше) , осуществляющие синтез антител, лизис чужеродных клеток. Помимо этого они еще обеспечивают иммунную память и уничтожают мутантные клетки организма.

Различают *T*-(*тимусзависимые*) , *B*(*бурсазависимые*)-лимфоциты и *0*-*нулевые*.

T-лимфоциты образуются в ККМ, проходят дифференцировку в тимусе, а затем идут в селезенку, лимфоузлы вместе с кровью. Различают Т-хелперы(увеличение выработки антител) , Т-супрессоры(уменьшение выработки антител) и Т-киллеры (уничтожение чужеродных клеток- клеточный иммунитет).

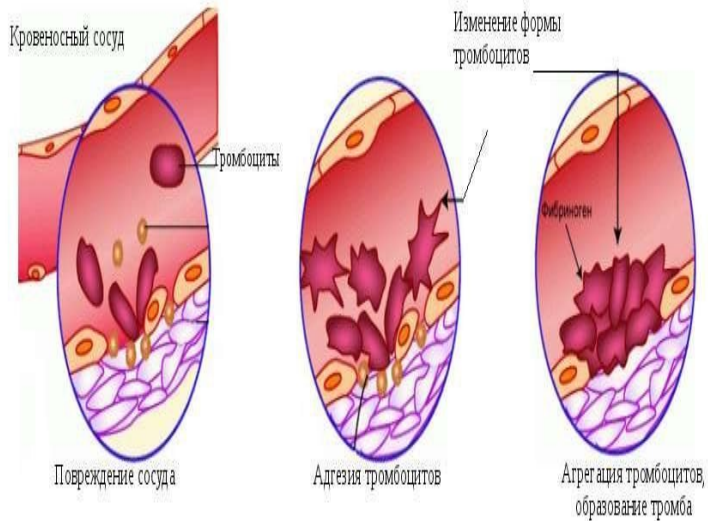
Продолжение

- ***В-лимфоциты*** образуются в ККМ, дифференцируются в лимфоидной ткани кишечника, аппендикса, миндалинах. Их ф-ция заключается в обеспечении гуморального иммунитета путем выработки Ig-иммуноглобулинов. В-лимфоциты вырабатывают следующие виды Ig:
- IgA- в плазме и секретах эндокринных желез(слюне и слезах); нейтрализация микробов;
- IgD- функция не выявлена;
- IgE- выработка в пищеварительных и дыхательных клетках. Вызывает дегрануляцию тучных клеток. Обладает противоглистной активностью;
- IgG- выработка при вторичном иммунном ответе, действие направлено против бактерий, вирусов, токсинов. Усиление фагоцитоза, способен проходить плацентарный барьер;
- IgM- главный класс Ig на ранних стадиях первичного иммунного ответа.
- ***О-лимфоциты*** могут быть предшественниками Т- и В-клеток, составляя их резерв. К ним относятся НК-лимфоциты, вырабатывающие перфорины и цитолизины. Первые высверливают отверстия в мембранах чужеродных клеток, а цитолизины, проникая через это отверстие внутрь клетки, разрушают ее. Кроме того, НК-лимфоциты вырабатывают цитокины, обладающие хемокиновой активностью, а это вовлекает фагоцитов в борьбу с

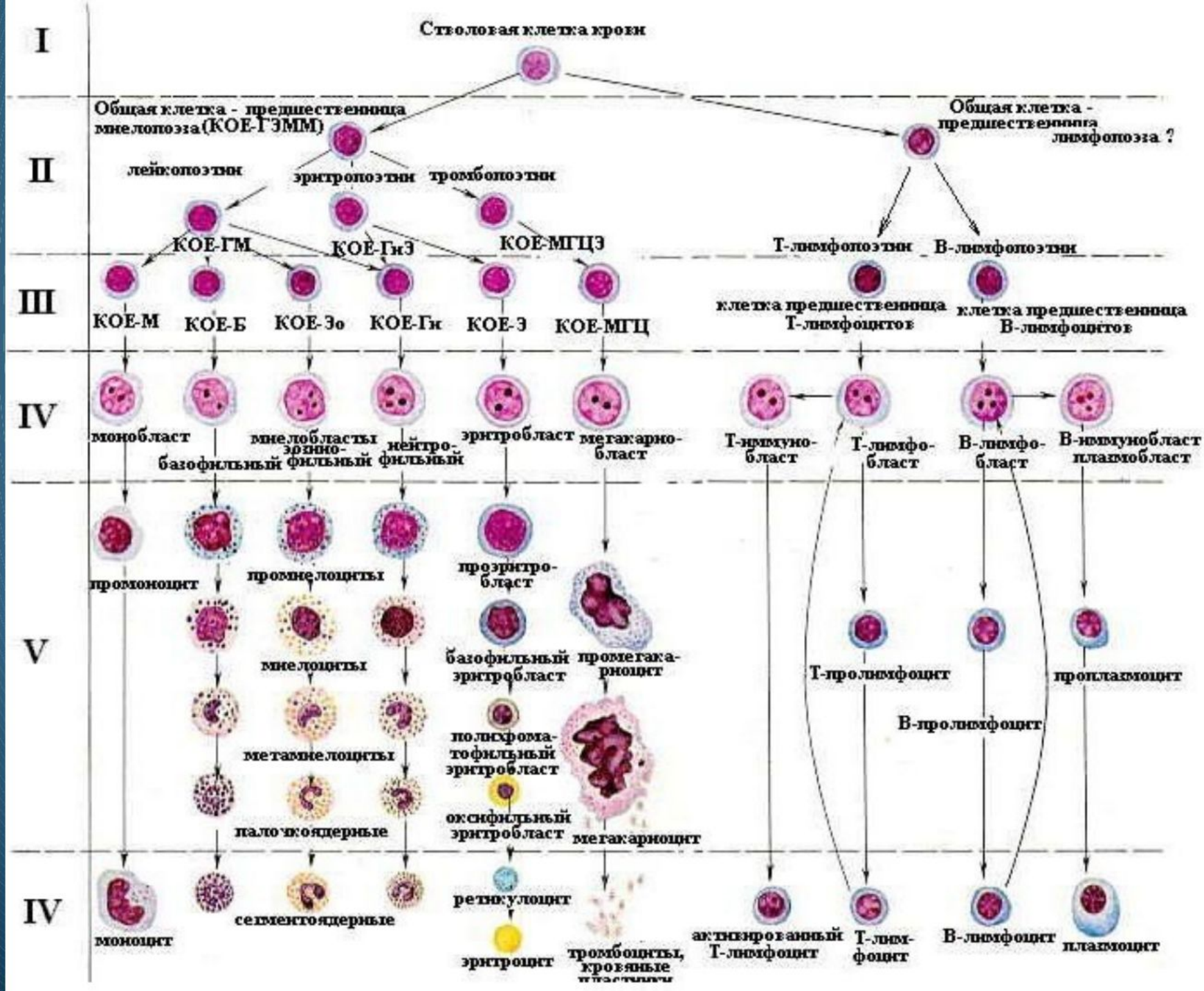
Тромбоциты, ф-ции

Функции тромбоцитов

Участвуют в процессе свертывания крови

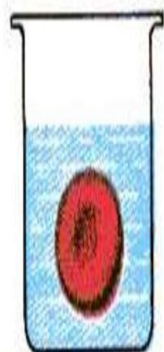


- **3) Тромбоциты-** плоские клетки неправильной формы, лишённые ядра. Продолжительность 8-11 суток, образуются в ККМ. Их ф-ция заключается в выработке ф-ров свертывания крови. Они содержат большое кол-во серотонина и гистамина, влияющие на проницаемость сосудов. Их кол-во составляет = $180-400 \times 10^9 / \text{л}$.



Гемолиз, его виды и плазмолиз.

ОСМОТИЧЕСКИЙ ГЕМОЛИЗ



Изотонический
раствор NaCl
(0,9%)



Гипертонический
раствор NaCl
(>0,9%)

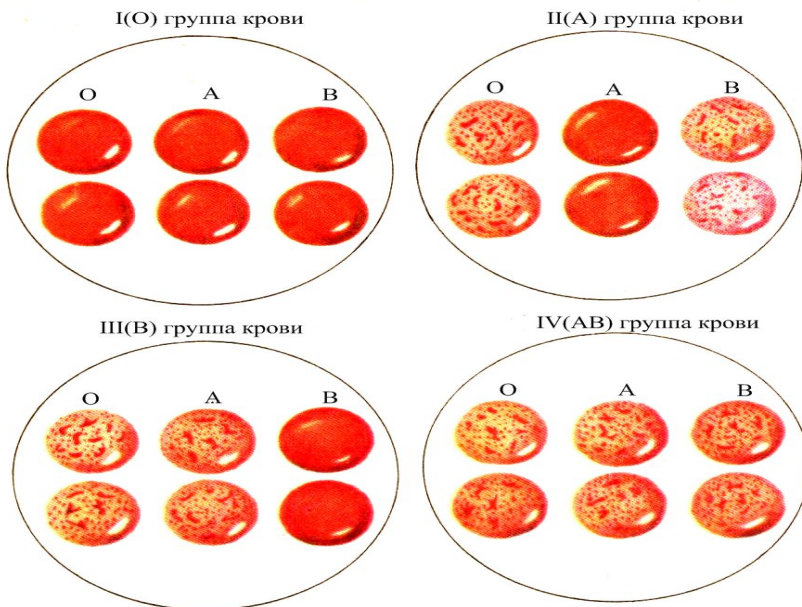


Гипотонический
раствор NaCl
(<0,9%)

- **Гемолиз**- процесс разрушения оболочки эритроцитов, вследствие которого гемоглобин выходит в плазму.
- Виды гемолиза:
- 1) *Химический*- под воздействием в-в, разрушающих плазмолемму эритроцитов (эфир, хлороформ);
- 2) *Термический*- при замораживании и размораживании крови;
- 3) *Механический*- при сильных механических воздействиях на кровь (например, при встряхивании ампулы с донорской кровью);
- 4) *Биологический*- при попадании в кровь химических в-в, образующихся в живых организмах (при действии биолог.ядов, при укусе змей, пчел);
- 5) *Осмотический*- возникает в гипотоническом растворе, эритроциты набухают, а при избыточном набухании разрушаются. Кровь становится прозрачной. Мерой осмотической стойкости (резистентности) является концентрация р-ра NaCl в пределах 0,4-0,34%.

Плазмолиз- процесс перехода воды из клеток в кровь, в р-те чего V клеток падает, в р-те повышения осмолярности.

Группы крови.



- **Группы крови**- описание индивидуальных антигенных характеристик эритроцитов, определяемое с помощью методов идентификации специфических групп углеводов и белков, включенных в мембраны эритроцитов.

В плазме крови содержатся агглютинины альфа и бета, в эритроцитах – агглютиногены А и В.

Агглютиногены- антигены, вызывающие в организме образование агглютининов;

Агглютинины- антитела, вызывающие р-цию агглютинации клеток крови , бактерий и ряда других антигенных частиц.

Реакция агглютинации – реакция, в которой антитела связываются с антигенами.

Группы крови по АВ0

Группа крови	Агглютиногены эритроцитов	Агглютинины плазмы
0 (I)	0	$\alpha\beta$
A (II)	A	β
B (III)	B	α
AB (IV)	AB	0

Совместимости групп крови

Группа крови	Может отдавать кровь группам	Может принимать кровь групп
I	I, II, III, IV	I
II	II, IV	I, II
III	III, IV	I, III
IV	IV	I, II, III, IV

- **Правило переливания крови:** при переливании крови плазменные белки реципиента не должны склеиваться одноимённые эритроцитарные белки донора.
- Таким образом, I группа – универсальный донор, IV группа – универсальный реципиент.

Резус-фактор, его значение

ГЕМОЛИТИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ НОВОРОЖДЕННОГО

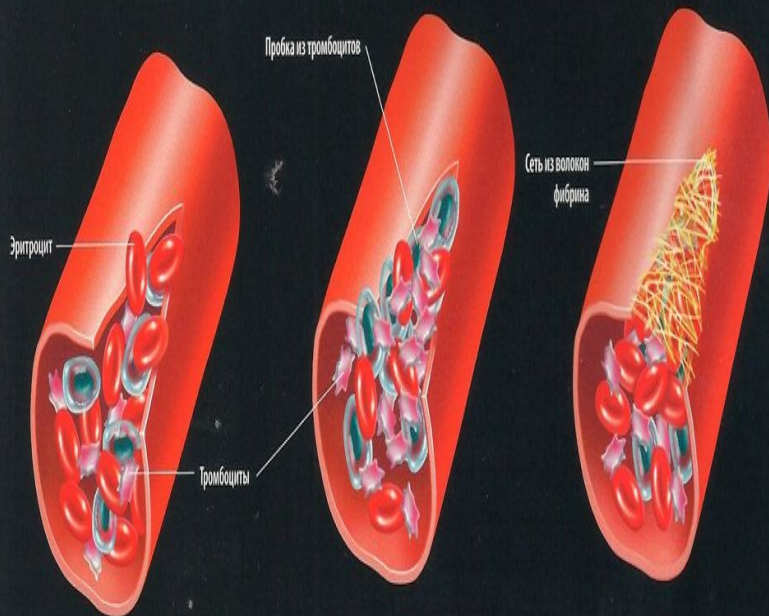


- **Резус-фактор**- антиген(белок), находящийся на поверхности эритроцитов . Около 85% европейцев имеют Rh+ , остальные 15% Rh-. Резус крови играет роль в формировании гемолитической желтухи новорожденных, вызываемой вследствие резус-конфликта крови матери и плода. Rh-фактор — сложная антигенная система, включающая более 30 антигенов, обозначаемых цифрами, буквами и символами. Чаще всего встречаются резус-антигены типа D, C, E, e. Система резус в норме не имеет одноименных агглютининов, но они могут появиться, если резус-отрицательному человеку перелить резус-положительную кровь.

- **система MNSs**, антигенные свойства которой учитываются при пересадке тканей и органов;
- **система Келл-Келлано**. Для переливания крови антигены этой системы значения не имеют, однако они могут вызвать конфликт между кровью матери и плода;
- **система Лютеран** — включает комплекс антигенов, благодаря чему формируются различные фенотипы;
- **система P** включает несколько разновидностей антигенов, формирующих различные фенотипы;
- **система Вел (Vel)** — учитывается при переливании

Свертываемость крови, его значение и ф-торы, влияющие на гемостаз.

Процесс свертывания крови



Процесс свертывания начинается, когда тромбоциты становятся клейкими.

Тромбоциты образуют пробку. Это предотвращает потерю крови во время заживления.

Факторы свертывания вызывают образование сети из волокон фибрина.

- **Гемостаз**- биосистема, сохраняющая жидкое состояние , препятствующая кровопотери путем поддержания целостности сосудистой стенки образования тромба(сгустка) в поврежденных местах сосудов.

• **Факторы, ускоряющие свертывание крови:**

- разрушение форменных элементов крови и клеток тканей, что увеличивает выход факторов, участвующих в свертывании крови;
 - Ca^{2+} -ионы участвуют во всех основных фазах свертывания крови и ускоряют их течение;
 - тромбин;
 - витамин К участвует в синтезе протромбина;
 - тепло — повышение температуры ускоряет ферментативный процесс;
 - адреналин, глюкокортикоиды, соматотропный гормон — влияют на скорость образования коагулянтов.
- ### **Факторы, замедляющие свертывание крови:**

- устранение механических повреждений форменных элементов крови, например парафинирование как емкостей для взятия донорской крови;
- цитрат натрия — осаждает Ca^{2+} ;
- понижение температуры;

Функциональные системы свертывания крови.

- **Функциональная система**- комплекс в-в и различных факторов , способствующих поддержанию или препятствованию свертывания крови.
- Различают системы:
- 1) Противосвертывающая ;
- 2) Свертывающая;
- 3) Фибринолитическая.
-
- *Противосвертывающая система* подразделяется на первичные и вторичные антикоагулянты . Первичные - осуществляют нейтрализацию тромбина в циркулирующей крови при условии его медленного образования и в небольших количествах. К ним относятся:
 - *антитромбины* — препятствуют превращению протромбина в тромбин, образованию протромбиназы, активируют гепарин;
 - *гепарин* — блокирует фазу перехода протромбина в тромбин и фибриногена в фибрин;
 - *продукты лизиса фибрина* — обладают антитромбиновой активностью;
 - *клетки ретикулоэндотелиальной системы* — поглощают тромбин плазмы крови;
 - *протеин С* — витамин К-зависимый белок, стимулирует фибринолиз.

Продолжение

- *Вторичные антикоагулянты* образуются в процессе свертывания крови и фибринолиза. Они ограничивают внутрисосудистое свертывание крови и распространение тромба по сосуду.
- К ним относятся:
 - *антитромбин 1-фибрин* - адсорбирует и инактивирует тромбин;
 - продукты деградации протромбина;
 - продукты деградации фибриногена и фибрина;
 - фибринопептиды.
- **Фибринолиз**- растворение излишков фибрина, в р-те которого восстанавливается просвет закупоренного сгустком сосуда. Этот процесс имеет фазический характер:
 - *1-я фаза* – профермент плазмы крови *плазминоген* под влиянием его активаторов преобразуется в плазмин;
 - *2-я фаза* – разрыв пептидных связей фибрина под влиянием пламина, в р-те чего фибрин переходит в растворимую форму.
- Фактором, обеспечивающим фибринолиз, является плазминоген (белок плазмы), который под влиянием тканевых или кровяных факторов (фибринокиназ) превращается в активную форму — плазмин.

Свертывающая система

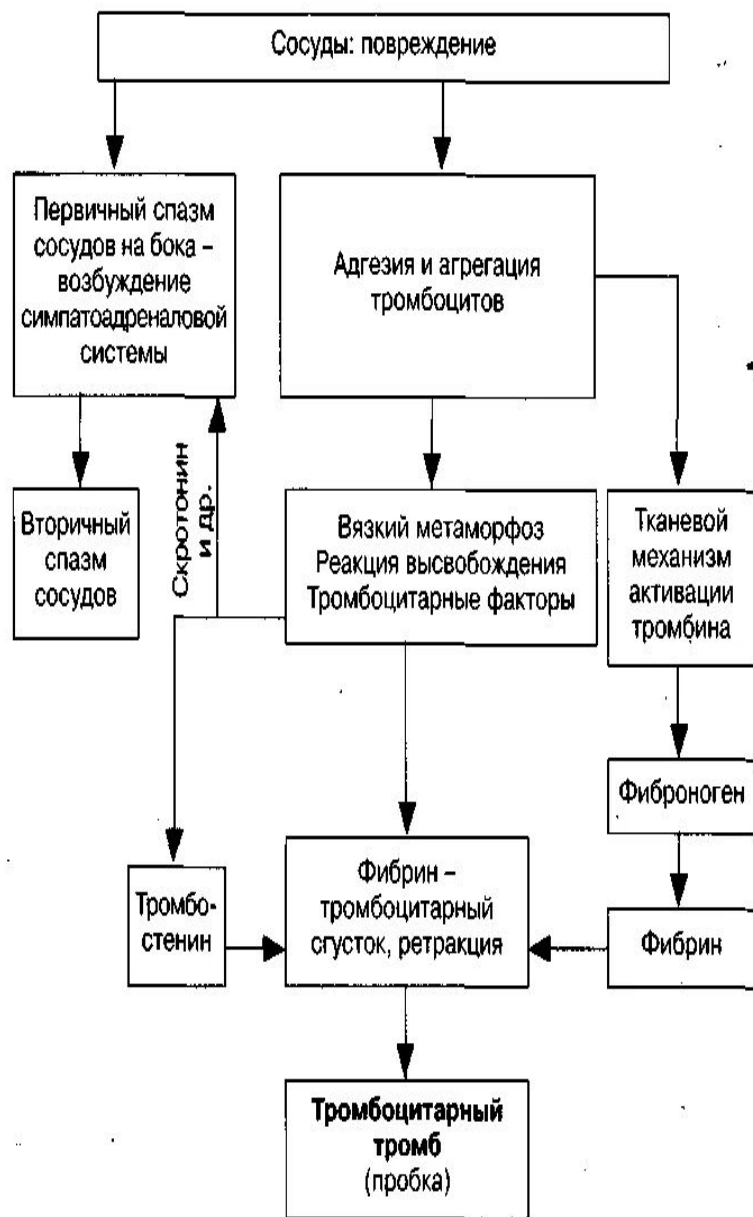


Рис. 6.2. Схема сосудисто-тромбоцитарного механизма гемостаза

- Свертывающая система подразделяется на :
- 1) *Сосудисто-тромбоцитарный* гемостаз ;
- 2) *Коагуляционный* гемостаз.

Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз- механизм, обеспечивающий гемостаз в часто травмируемых микрососудах с низким давлением крови, путем спазма сосудов и образования тромбоцитарной пробки.

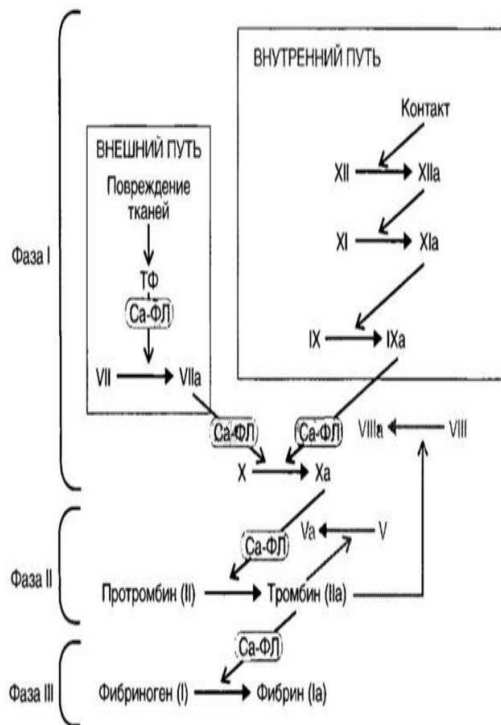
а) 1-й этап – кратковременный спазм (первичный и вторичный) поврежденных сосудов. *Первичным спазм* (10— 15 с) обусловлен болевой реакцией, приводящей к повышению тонуса симпатической части АНС. Затем идет *вторичный спазм*, связанный с активацией тромбоцитов и выделением в плазму биологически активных сосудосуживающих веществ — серотонина, тромбоксана А₂;

б) 2-й этап- адгезия(прилипание) тромбоцитов к раневой поверхности, обусловлена наличием на их поверхности рецепторов, с помощью которых они способны прикрепляться к фибронектину, коллагену поврежденной стенки. Идет 3-10 с;

в) 3-й этап-обратимая агрегация(скупивание) тромбоцитов у места повреждения начинается почти одновременно с адгезией и обусловлена выделением из поврежденной стенки сосуда, тромбоцитов и эритроцитов.- АДФ .

Коагуляционный гемостаз

Коагуляционный гемостаз



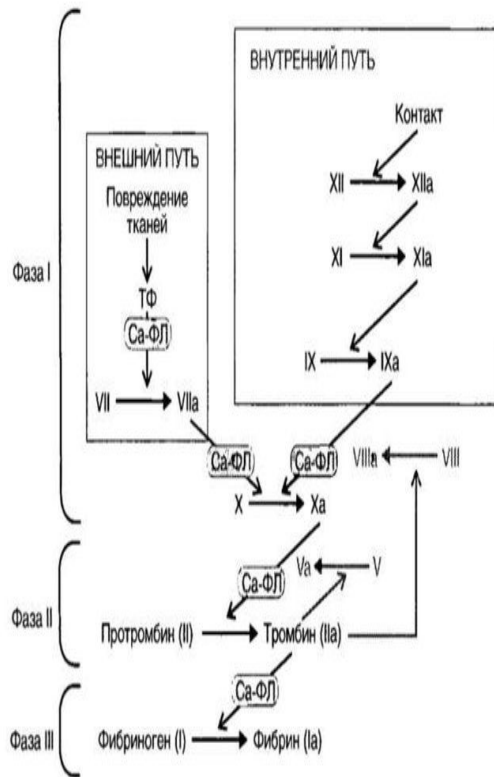
- **г) 4-й этап — необратимая агрегация** тромбоцитов, при которой тромбоциты теряют свою структурность и сливаются в гомогенную массу, образуя пробку, непроницаемую для плазмы крови;
- **д) 5-й этап — ретракция тромбоцитарного тромба**, т.е. уплотнение и закрепление тромбоцитарной пробки в поврежденном сосуде за счет фибриновых нитей и ретракции кровяного сгустка.

Коагуляционный гемостаз- многоэтапно-ферментивный процесс, в котором участвуют белки плазмы и тканей, Ca^{2+} и надмолекулярные образования.

а) 1-я фаза — образование тканевой и кровяной протромбиназы — Образование тканевой протромбиназы запускается тканевым тромбопластином, который образуется при повреждении стенок сосуда, (здесь участвуют плазменные факторы IV, V, VII, X). Фаза длится 5—10 с. Кровяная протромбиназа образуется медленнее, чем тканевая. Тромбоцитарный и эритроцитарный тромбопластины высвобождаются при разрушении тромбоцитов и эритроцитов. Начальной реакцией является активация XII фактора, которая осуществляется при его контакте с обнажающимися при повреждении сосуда волокнами коллагена. Затем фактор XII с помощью активированного им калликреина переводит фактор XI в активную форму.

Продолжение

Коагуляционный гемостаз



- **Б) 2-я фаза — образование тромбина из протромбина.** Протромбиназа адсорбирует протромбин и превращает его в тромбин. Этот процесс протекает с участием факторов IV, V, X, а также факторов 1 и 2 тромбоцитов. Фаза длится 2—5 с;

В) 3-я фаза — образование нерастворимого фибрина из фибриногена; Протекает в 3 этапа. На 1-ом этапе под влиянием тромбина происходит отщепление пептидов от фибриногена, что приводит к образованию желеобразного фибрин-мономера.

На 2-ом этапе при участии Ca^{2+} образуется растворимый фибрин-полимер.

На 3-ем этапе при участии фактора XIII и фибриназы тканей, тромбоцитов и эритроцитов происходит образование окончательного (нерастворимого) фибрина-полимера.

Спустя некоторое время происходит ретракция сгустка — тромб начинает уплотняться, и из него выдавливается сыворотка. В р-те ретракции тромб плотнее закрывает поврежденный сосуд и сближает края раны.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРОМБОЦИТАРНЫХ ФАКТОРОВ

- P₁** – аналогичен фактору V плазмы, повышает образование тромбина, при этом формируется комплекс: P₁+X+ФЛ+Ca²⁺.
- P₂** – акцелератор тромбина или фибринопластический фактор, ускоряет переход фибриногена в фибрин.
- P₃** – тромбоцитарный тромбопластин (или неполный тромбопластин), отличается от тканевого тромбопластина отсутствием апопротеина III.
- P₄** – антигепариновый фактор, устраняющий антитромбиновый эффект гепарина, освобождается под действием IIIa и XIIa, повышает проницаемость сосудов, оказывает антиплазминовый эффект.
- P₅** – агглютинабельный или свёртывающий фактор, сходен с фибриногеном плазмы. Имеет 2 фракции – адсорбированную (плазменную, влияющую на проницаемость мембраны тромбоцитов) и экстрагируемую (интратромбоцитарную).
- P₍₆₎** – антифибринолитический фактор (антиплазмин).
- P₇** – антитромбопластический фактор (его эффект повышается в присутствии гепарина).
- P₈** – ретрактозим (обеспечивает стягивание краев раны за счет активации тромбостенина).
- P₉** – сосудосуживающий фактор тромбоцитов (серотонин).
- P₁₀** – пластиночный кофактор, котромбопластин (ускоряет превращение протромбина в тромбин в сердце со змеиным ядом, фV и Ca²⁺).
- P₁₁** – фибринстабилизирующий фактор, аналогичен фXIII.
- P₁₂** – АДФ.

Фактор	Название фактора	Свойства и функции
I	Фибриноген	Белок. Под влиянием тромбина превращается в фибрин
II	Протромбин	Белок. Синтезируется в печени при участии витамина К
III	Тромбопластин (тромбокиназа)	Протеолитический фермент. Превращает протромбин в тромбин
IV	Ионы кальция	Потенцируют большинство факторов свертывания крови
V	Проакцелерин	Потенцирует превращение протромбина в тромбин
VI	Акцелерин	Потенцирует превращение протромбина в тромбин
VII	Проконвертин	Синтезируется в печени при участии витамина К. Активирует тканевой тромбопластин
VIII	Антигемофильный глобулин А	Участвует в образовании тканевого тромбопластина
IX	Фактор Кристмаса	Участвует в образовании тканевого тромбопластина