



# Особенности химического состава и метаболизма эритроцитов и лейкоцитов

Подготовила студентка  
2 курса стоматологического  
факультета

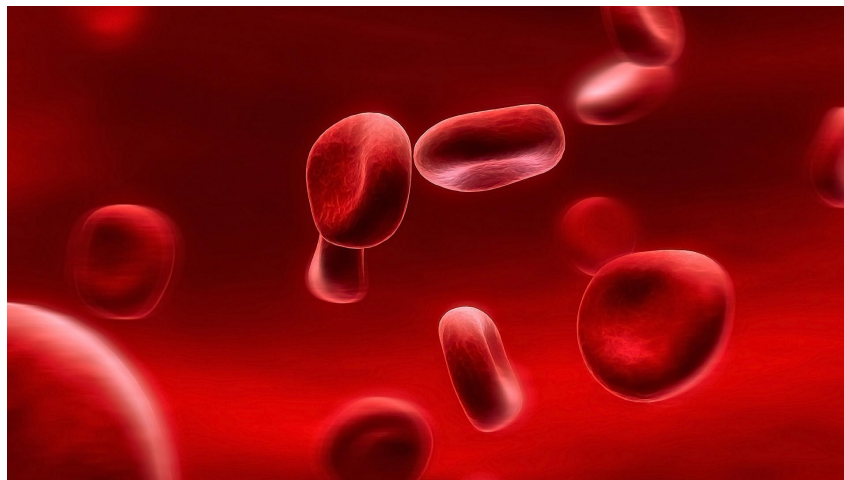
Корзун Олеся Олеговна

Преподаватель: Лейхтер Светлана  
Николаевна

Кафедра биомедицинской химии

# Введение

- Кровь представляет собой жидкость (жидкая ткань мезодермального происхождения), красного цвета, слабо щелочной реакции, солоноватого вкуса с удельным весом 1,054-1,066. Совместно с тканевой жидкостью и лимфой она образует внутреннюю среду организма. Кровь выполняет многообразные функции.



# Функции крови



- - транспорт питательных веществ от пищеварительного тракта к тканям, местам резервных запасов от них (трофическая функция);
- - транспорт конечных продуктов метаболизма из тканей к органам выделения (экскреторная функция);
- - защитная функция - осуществляется за счет фагоцитарной активности лейкоцитов (клеточный иммунитет), выработки лимфоцитами антител, обезвреживающих генетически чужеродные вещества (гуморальный иммунитет);
- - свертывание крови, препятствующее кровопотере;
- - терморегуляторная функция
- - перераспределение тепла между органами, регуляция теплоотдачи через кожу;
- - механическая функция
- - придание тургорного напряжения органам за счет прилива к ним крови; обеспечение ультрафильтрации в капиллярах капсул нефрона почек и др.;
- - гомеостатическая функция - поддержание постоянства внутренней среды организма, пригодной для клеток в отношении ионного состава, концентрации водородных ионов и др.
- Относительное постоянство состава и свойств крови
- - гомеостаз является необходимым и обязательным условием жизнедеятельности всех тканей организма. Поэтому при подробном исследовании производят анализ крови.



# Кровь



- Кровь - жидкая подвижная ткань, циркулирующая в замкнутой системе кровеносных сосудов, транспортирующая различные химические вещества к органам и тканям, и осуществляющая интеграцию метаболических процессов, протекающих в различных клетках.
- Кровь состоит из плазмы и форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов). Сыворотка крови отличается от плазмы отсутствием фибриногена. 90% плазмы крови составляет вода, 10% - сухой остаток, в состав которого входят белки, небелковые азотистые компоненты (остаточный азот), безазотистые органические компоненты и минеральные вещества. Белки плазмы крови. Плазма крови содержит сложную многокомпонентную (более 100) смесь белков, различающихся по происхождению и функциям. Большинство белков плазмы синтезируется в печени. Иммуноглобулины и ряд других защитных белков иммунокомпетентными клетками.
- Содержание общего белка в сыворотке крови здорового человека составляет г/л (в плазме крови этот показатель на 2 – 4 г/л выше за счёт фибриногена).

# Метаболизм эритроцитов

- Эритроциты - высокоспециализированные клетки, которые переносят кислород от легких к тканям и диоксид углерода, образующийся при метаболизме из тканей к альвеолам легких. В результате дифференцировки эритроциты теряют ядро, рибосомы, митохондрии, эндоплазматический ретикулум. Эти клетки имеют только плазматическую мембрану и цитоплазму. Они не содержат ядра, поэтому неспособны к самовоспроизведению и репарации возникающих в них повреждений. Двояковогнутая форма эритроцитов имеет большую площадь поверхности по сравнению с клетками сферической формы такого же размера. Это облегчает газообмен между клеткой и внеклеточной средой. Вместе с тем такая форма и особенности строения цитоскелета и плазматической мембраны обеспечивают большую пластичность эритроцитов при прохождении ими мелких капилляров. Метаболизм глюкозы в эритроцитах представлен анаэробным гликолизом и пентозофосфатным путем превращения глюкозы. Эти процессы обуславливают сохранение структуры и функций гемоглобина, целостность клеточной мембраны и образование энергии для работы ионных насосов.



# ЭРИТРОЦИТ

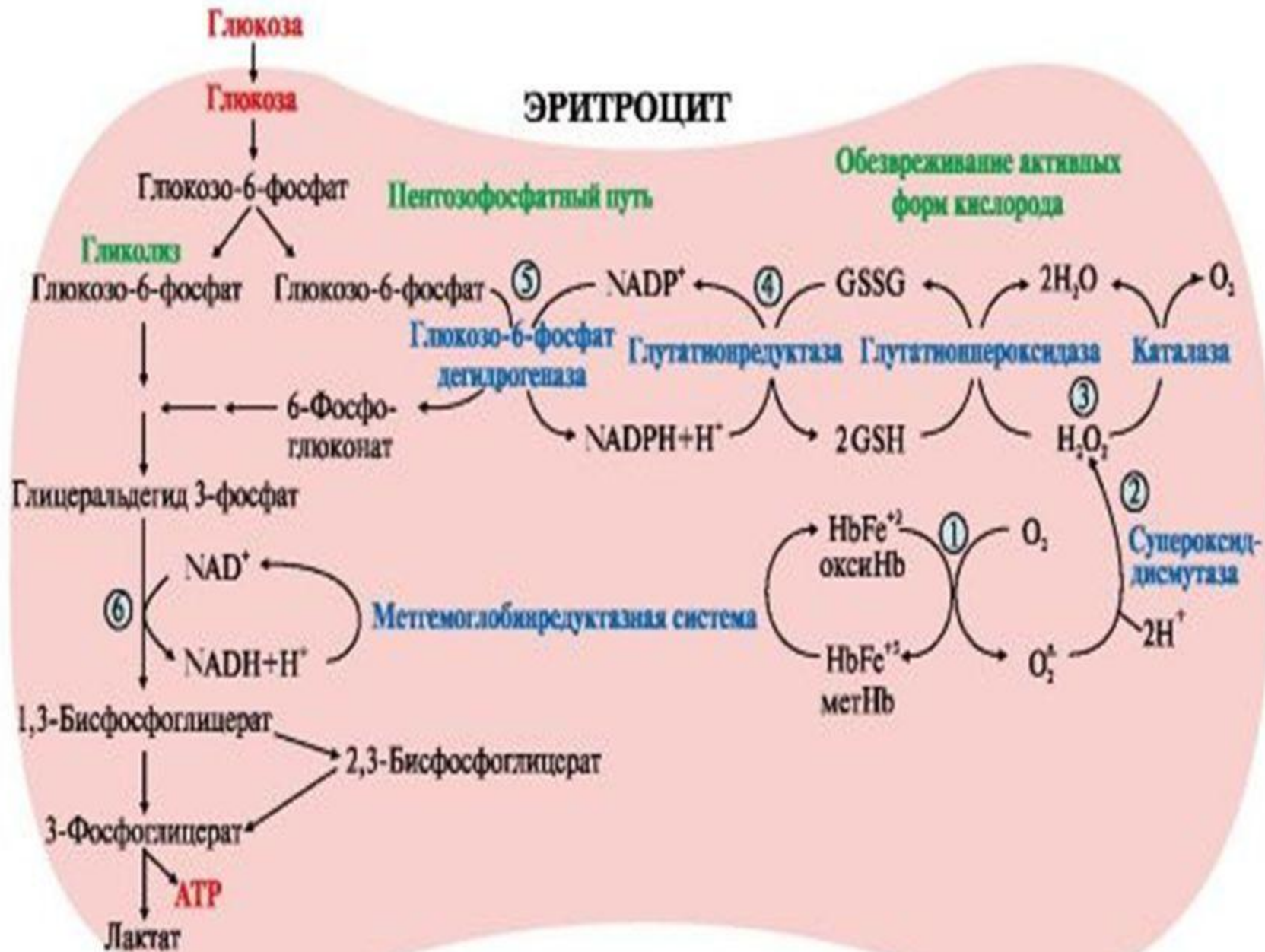


Рис. 14.1. Образование и обезвреживание активных форм кислорода в эритроцитах.

# Особенности метаболизма фагоцитирующих клеток

- Фагоцитоз обеспечивает защиту организма от бактерий. Моноциты и нейтрофилы мигрируют из кровяного русла к очагу воспаления и эндоцитозом захватывают бактерии, образуя фагосому.
- 1. Фагоцитоз требует увеличения потребления кислорода, который является главным источником  $O_2$ ,  $H_2O_2$ ,  $OH^*$  в фагоцитирующих клетках. Этот процесс, продолжающийся минут, сопровождается резким повышением поглощения кислорода и поэтому называется респираторным взрывом.
- 2. В макрофагах бактерицидное действие оказывает оксид азота NO, источником которого является реакция превращения аргинина в NO и цитруллин под действием NO-синтазы. Супероксид анион образует с оксидом азота соединения, обладающие сильными бактерицидными свойствами:  $NO + O_2 \rightarrow ONOO^- + OH^* + NO_2$ . Пероксинитрит  $ONOO^-$ , оксид азота, диоксид азота, гидроксил радикал вызывают окислительное повреждение белков, нуклеиновых кислот и липидов бактериальных клеток..

# Особенности метаболизма фагоцитирующих клеток

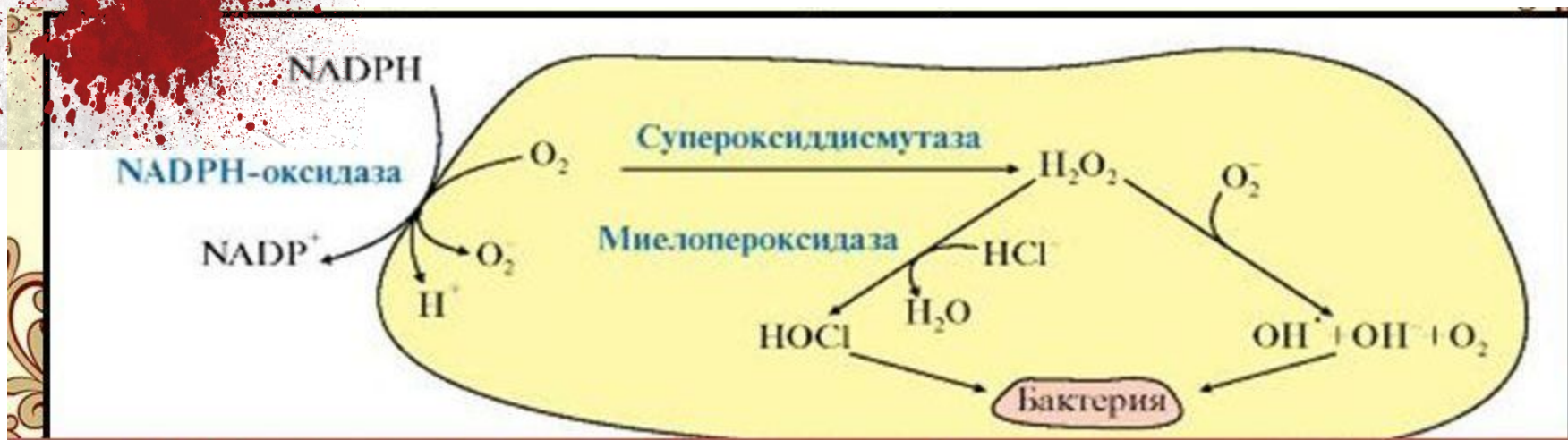


Рис. 14.3. Образование активных форм кислорода в процессе респираторного взрыва активированными макрофагами, нейтрофилами и эозинофилами.



# Основные биохимические механизмы гемостаза

- Прекращение кровотечения после травмы кровеносных сосудов, растворение сгустков крови - тромбов - и сохранение крови в жидком состоянии обеспечивает гемостаз. Этот процесс включает четыре этапа: рефлекторное сокращение поврежденного сосуда в первые секунды после травмы; образование в течение 3-5 минут тромбоцитарной пробки (белого тромба в результате взаимодействия поврежденного эндотелия с тромбоцитами; формирование в продолжение мин фибринового ("красного" тромба: растворимый белок плазмы крови фибриноген под действием фермента тромбина превращается в нерастворимый фибрин, который откладывается между тромбоцитами белого тромба; фибринолиз - растворение тромба под действием протеолитических ферментов, адсорбированных на фибриновом сгустке. На этом этапе просвет кровеносного сосуда освобождается от отложений фибрина и предотвращается закупорка сосуда фибриновым тромбом



# Свертывание крови - важнейшая часть гемостаза.

- В процессе формирования фибринового тромба можно выделить четыре этапа. Превращение фибриногена в фибрин-мономер. Молекула фибриногена состоит из шести полипептидных цепей трех типов - 2Аа, 2Вр, 2γ. Они связаны между собой дисульфидными связями и образуют три домена А- и В-участки находятся на N-концах цепей Аа и Вр соответственно. Эти участки содержат много остатков дикарбоновых аминокислот и поэтому заряжены отрицательно, что препятствует агрегации молекул фибриногена. Тромбин, который относится к группе сериновых протеаз, отщепляет А- и В-пептиды от фибриногена; в результате образуется фибрин-мономер.

- Фиброген состоит из шести полипептидных цепей 3 типов:  $2\alpha$ ,  $2\beta$  и  $2\gamma$ , образующих три домена (обозначены штрихами).  $\Lambda$  и  $B$  - отрицательно заряженные участки цепей  $\Lambda\alpha$  и  $B\beta$  препятствуют агрегации молекул фибриногена

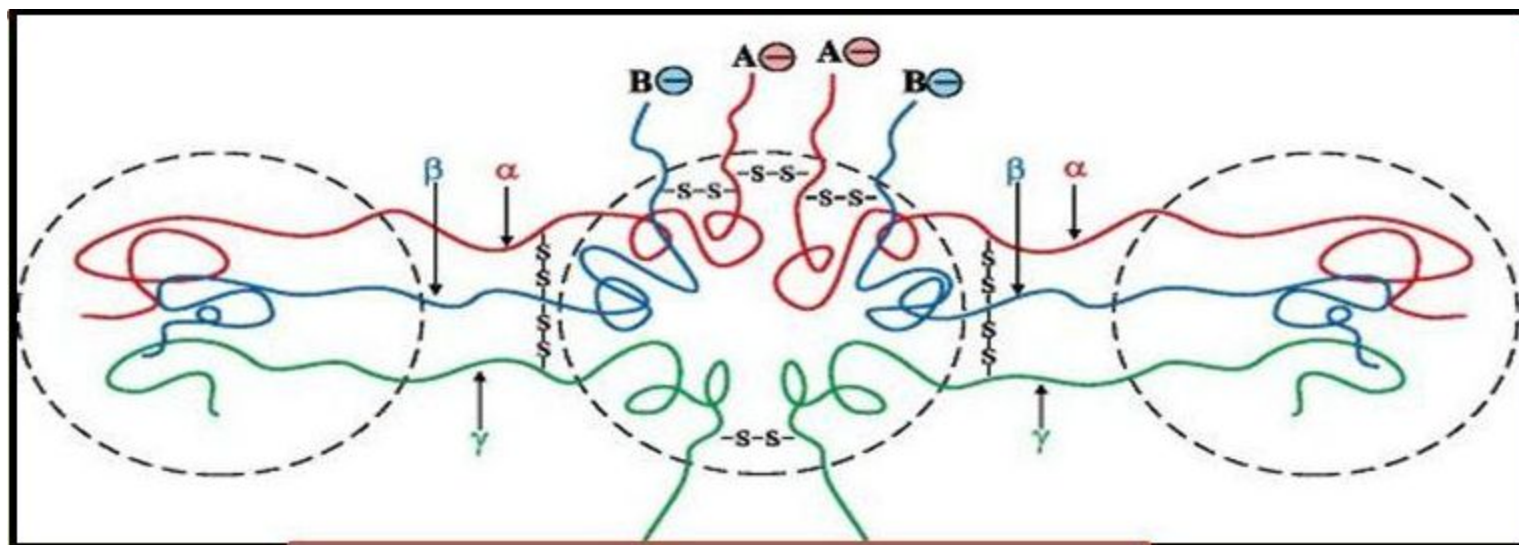


Рис. 14.4. Строение фибриногена.

- Внешний путь свертывания крови инициируется при взаимодействии белков свертывающей системы с тканевым фактором (Тф) - белком, который экспонируется на мембранах поврежденного эндотелия и активированных тромбоцитов, внутренний путь - при контакте белков свертывающей системы с отрицательно заряженными участками поврежденного эндотелия. Коагуляции (образованию фибринового тромба) предшествует ряд последовательных реакций активации факторов свертывания крови. Эти реакции инициируются на поврежденной или измененной тромбогенным сигналом клеточной мембране и заканчиваются активацией протромбина.

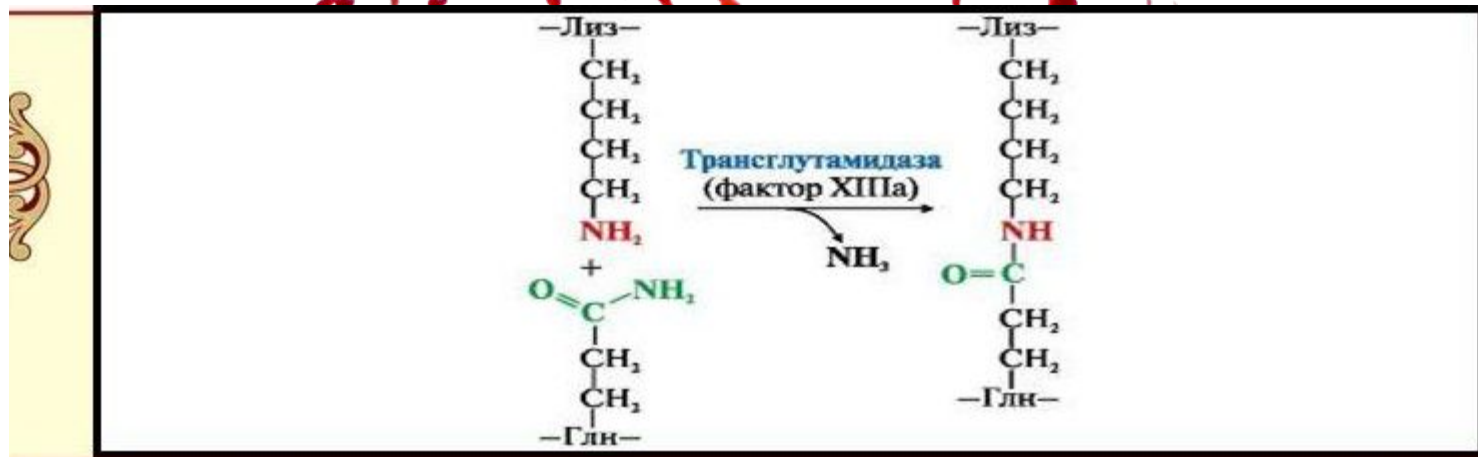


Рис. 14.6. Образование амидных связей между остатками Гли и Лиз в мономерах фибрина



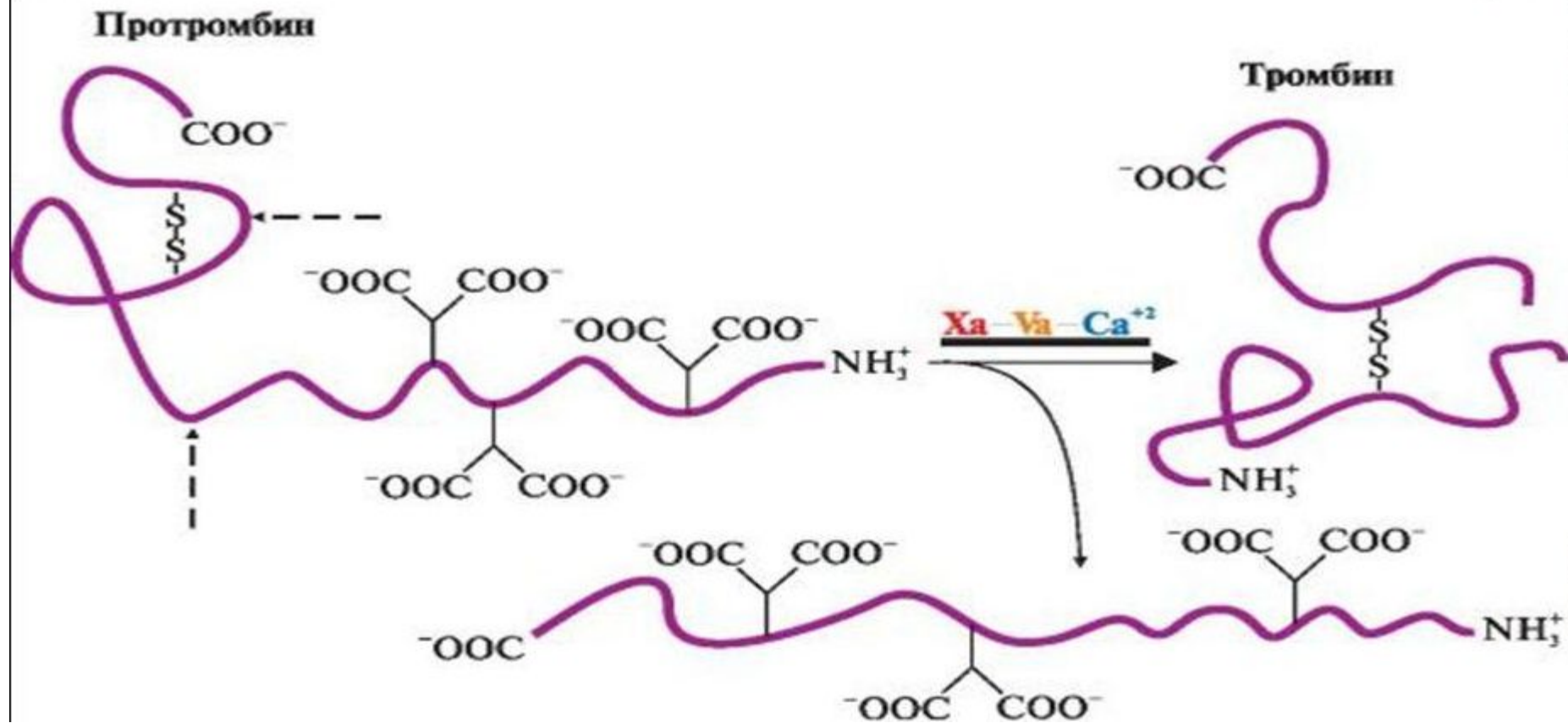


Рис. 14.10. Протеолитическая активация протромбина фактором Ха протромбиназного комплекса:

$\text{-OOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO}^-$  — остатки карбоксиглутамата; штрих-стрелки указывают положение гидролизуемых в молекуле протромбина пептидных связей

**4. Внутренний путь** свертывания крови инициируется при контакте фактора XII с участком поврежденного эндотелия сосудов, приводящем к аутокаталитической активации фактора. На отрицательно заряженном участке

# Эритроциты

- Высокоспециализированные клетки, основной функцией которых является транспорт кислорода из лёгких в ткани. Продолжительность жизни эритроцитов составляет в среднем 120 суток; разрушение их происходит в клетках ретикуло-эндотелиальной системы. В отличие от большинства клеток организма, у эритроцита отсутствуют клеточное ядро, рибосомы и митохондрии.
- Энергетический обмен. Основным энергетическим субстратом эритроцита является глюкоза, которая поступает из плазмы крови путём облегчённой диффузии.

- Около 90% используемой эритроцитом глюкозы подвергается гликолизу (анаэробному окислению) с образованием конечного продукта - молочной кислоты (лактата). Помните функции, которые выполняет гликолиз в зрелых эритроцитах: 1) в реакциях гликолиза образуется АТФ путём субстратного фосфорилирования. Основное направление использования АТФ в эритроцитах - обеспечение работы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФазы. Этот фермент осуществляет транспорт ионов  $\text{Na}^+$  из эритроцитов в плазму крови, препятствует накоплению  $\text{Na}^+$  в эритроцитах и способствует сохранению геометрической формы этих клеток крови (двоояковогнутый диск). 2) в реакции дегидрирования глицеральдегид-3-фосфата в гликолизе образуется НАДН. Этот кофермент является кофактором фермента метгемоглобинредуктазы, участвующей в восстановлении метгемоглобина в гемоглобин по следующей схеме





Спасибо за внимание!

