

# **ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ. ГЕМОСТАЗ**

Лекция 19  
проф. Мухина И.В.  
Лечебный факультет  
2015

# ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА

В организме взрослого человека вода составляет около 60% массы тела - от 42 до 48 л.

Жидкости, содержащиеся в организме, подразделяют на:

- **внутриклеточные**
- **внеклеточные:**
  - внесосудистые (межклеточная жидкость и специализированные жидкости);
  - внутрисосудистые (лимфа и кровь).

- **Кровь** является разновидностью соединительной ткани и вместе с **лимфой и межклеточной жидкостью** составляет **внутреннюю среду организма.**

## Система крови

- **Кровь** и органы, в которых происходит образование и разрушение форменных элементов:
  - **костный мозг,**
  - **печень,**
  - **лимфоидные органы**

**Деятельность системы крови регулируется нейрогуморальными механизмами.**

# ФУНКЦИИ КРОВИ

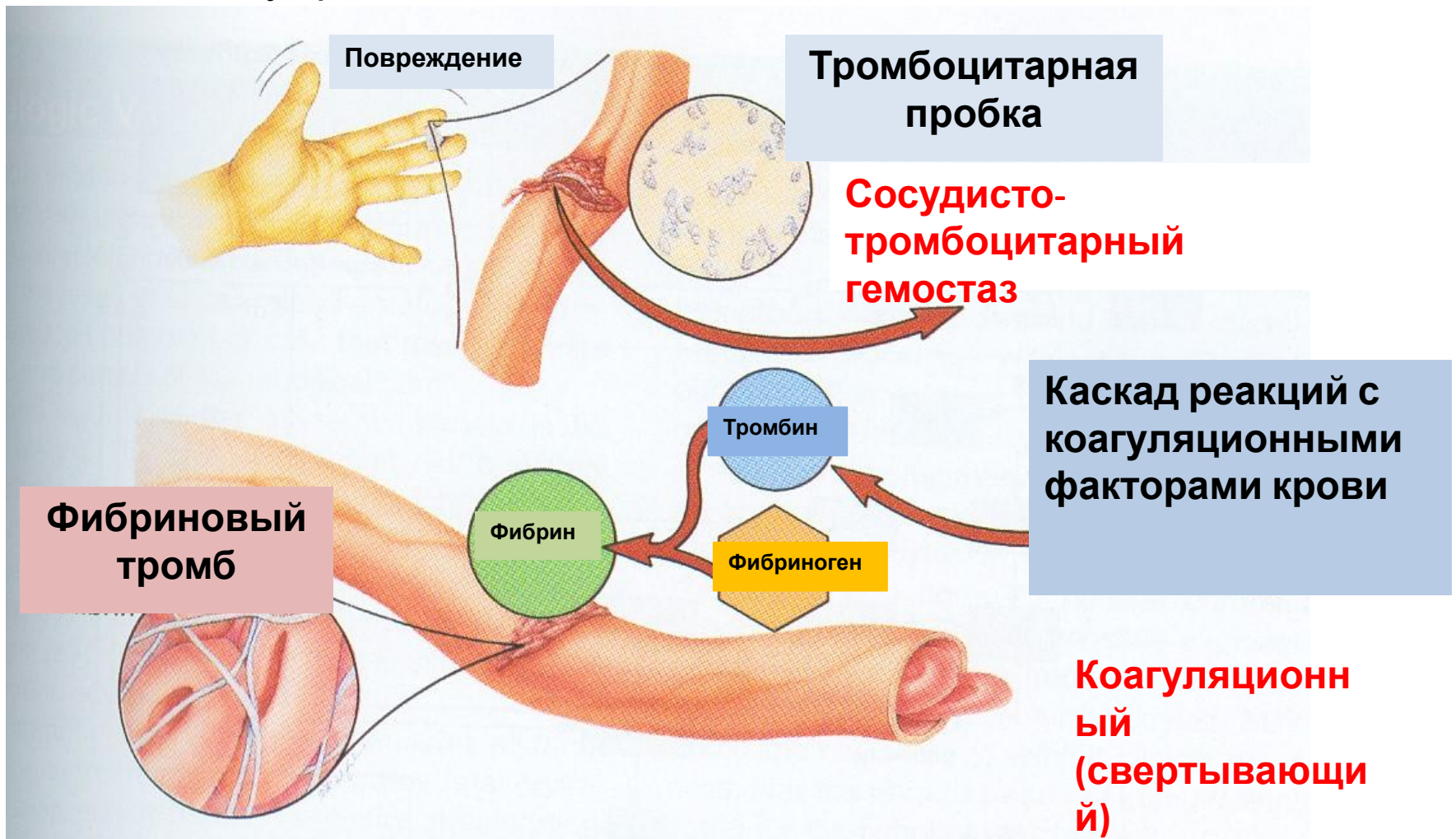
<b>Транспортная</b>	<p><b>Дыхательная</b> - перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легкими;</p> <p><b>питательная</b> - транспорт пластических (аминокислот, нуклеазидов, витаминов, минеральных веществ) и энергетических (глюкоза, жиры) ресурсов к тканям;</p> <p><b>выделительная</b> - перенос конечных продуктов обмена к органам выделения (почкам, потовым железам, коже и др.);</p> <p><b>терморегуляторная</b> - участие в регуляции температуры тела;</p> <p><b>регуляторная</b> (гуморальная - обеспечение гуморальной регуляции функций различных систем и тканей переносом к ним гормонов, биологически активных веществ);</p> <p><b>креаторная</b> - секреция клетками крови биологически активных веществ.</p>
<b>Гомеостатическая</b>	поддержание постоянства <b>кислотно-щелочного состояния</b> организма (поддержание постоянства pH, осмотического давления, ионного состава, обеспечение водно-солевого обмена между кровью и тканями, поддержание регенерации тканей)
<b>Защитная</b>	обеспечение <b>иммунных реакций</b> , кровяного и тканевого барьеров против инфекции (иммунитет специфический и неспецифический, клеточный и гуморальный)
<b>Гемостатическая</b>	<b>обеспечение свертывания (гемокоагуляция)</b>

# **РАСК – Р**егуляция **А**грегатного **С**остояния **К**рови

- 1. Свертывающая (гемостаз) система;**
- 2. Фибринолитическая система;**
- 3. Противосвертывающая система.**

# Гемостаз

- **Гемостаз** (haemostasis; греч. haima кровь + stasis стояние) — комплекс реакций организма, направленных на предупреждение и остановку кровотечений.



# Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз

- остановка кровотечения из мелких сосудов с низким артериальным давлением за счет образования тромбоцитарной пробки.

1. Локальная вазоконстрикция

2. Адгезия тромбоцитов

3. Агрегация тромбоцитов

- Обратимая агрегация

- Необратимая агрегация

4. Ретракция тромбоцитарной пробки

# Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз

## Локальная вазоконстрикция

- рефлекторный ответ на болевое раздражение и выброс в кровь **норадреналина и адреналина**;
- активация тромбоцитов и выброс в кровь серотонина, **тромбоксана  $A_2$** , адреналина.

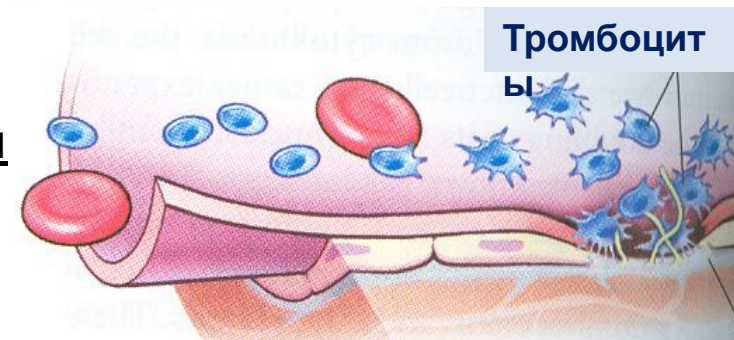
## Адгезия тромбоцитов к месту повреждения

- **фактор Виллебранда (FW)**

## Агрегация тромбоцитов

- Обратимая (образование белого тромба, способного пропускать плазму) - выброс **адреналина, АДФ, серотонина, тромбоксана  $A_2$** ;
- Необратимая (образование тромба, непроницаемого для плазмы) - **тромбин**.

Ретракция тромба (уплотнение тромба и образование **тромбоцитарной пробки**) – **тромбостенин (ф6)**.





# Коагуляционный механизм гемостаза (свертывание крови)

- **Факторами свертывания крови** - физиологически активные вещества, принимающие участие в свертывании крови



**Плазменные  
факторы  
свертывания**

**(I – XIII)**



**Тромбоцитарные  
факторы  
свертывания**

**(1-11)**

# К плазменным факторам свертывания крови относятся

Большинство плазменных факторов свертывания крови образуется в печени. Для синтеза некоторых из них (II, VII, IX, X) необходим жирорастворимый витамин К, содержащийся в растительной пище и синтезируемый микрофлорой кишечника.

- I – фибриноген (фибрилярный белок),
- ★ II – протромбин,
- III – тканевой тромбопластин (фосфолиппротеид),
- IV – ионы кальция,
- V – Ас-глобулин (accelerance – ускоряющий), или проакцелерин,
- ★ VII – проконвертин (гликопротеид),
- VIII – антигемофильный глобулин А (гликопротеид), VIIIК. В крови этот фактор циркулирует в виде комплекса из трех субъединиц, обозначаемых VIIIК (коагулирующая единица), VIII-АГ (основной антигенный маркер) и VIII-фВ (фактор Виллебранда, связанный с VIII-АГ). VIII-фВ регулирует синтез коагулянтной части антигемофильного глобулина—VIIIК.
- ★ IX – антигемофильный глобулин В, или фактор Кристмаса (гликопротеид),
- ★ X – фактор Стюарта – Прауэра (гликопротеид),
- ★ XI – плазменный предшественник тромбопластина, или антигемофильный глобулин С, (гликопротеид)
- ★ XII – контактный фактор, или фактор Хагемана (гликопротеид),
- XIII – фибринстабилизирующий фактор, или фибриназа
- ★ фактор Флетчера (прокалликреин),
- фактор Фитцджеральда – Фложе (высокомолекулярный кининоген – ВМК).

Сериновые протеазы – XIIa, XIa, Xa, IXa, VIIa, IIa, калликреин  
(активированные факторы свертывания).

# Тромбоцитарные, или пластинчатые, факторы свертывания крови

Их обозначают арабскими цифрами. К наиболее важным **тромбоцитарным факторам** относятся:

- **Ф3 (тромбоцитарный тромбопластин)** – фосфолипопротеидный комплекс, на котором как на матрице происходит гемокоагуляция,
- **Ф4 – антигепариновый фактор,**
- **Ф5 – фибриноген** тромбоцитов, благодаря которому тромбоциты способны к адгезии и агрегации,
- **Ф6 - тромбостенин** – актиномиозиновый комплекс, обеспечивающий ретракцию тромба,
- **Ф10 – серотонин,**
- **Ф11 – фактор агрегации,** представляющий комплекс АТФ и тромбоксана.

- Свертывание крови является матричным процессом, так как активация факторов гемостаза **осуществляется на матрице** (фосфолипидопротеидах разрушенных форменных элементов либо тканей)

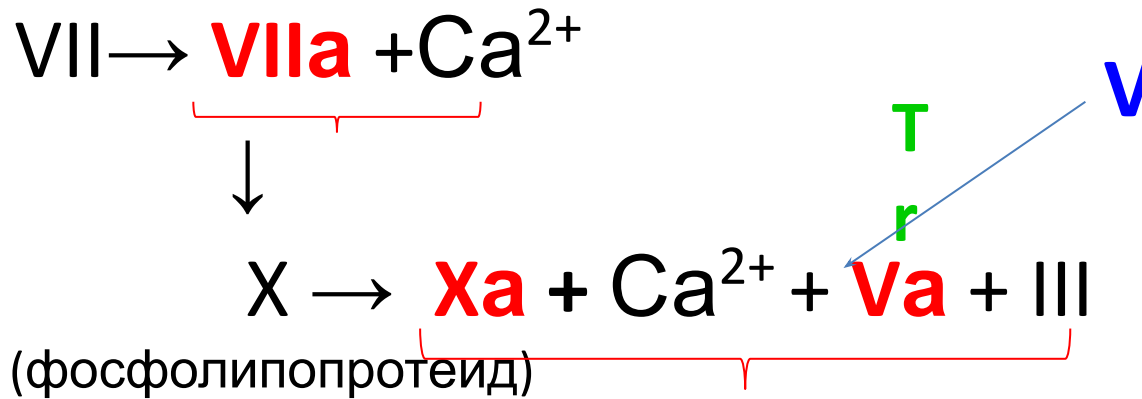
# Коагуляционный гемостаз (свертывание крови)

- Коагуляционный гемостаз – это цепной ферментативный процесс, в котором последовательно происходит активация факторов свертывания и образование их комплексов.
- Переход растворимого белка крови фибриногена в нерастворимый фибрин, в результате чего образуется прочный фибриновый тромб.
- Процесс коагуляционного гемостаза крови осуществляется в 3 последовательные фазы:
  1. Образование протромбиназы;
  2. Образование тромбина
  3. Образование фибрина и ретракция тромба

# Первая фаза. Образование протромбиназы

## Внешний путь (15 с):

III (тканевой тромбопластин)



## Тканевая протромбиназа

# Образование кровяной протромбиназы

## Внутренний путь (15 мин):

Коллаген, стекло



XII → XIIIa → прекалликреин → калликреин → ВМ-кининоген → кинин

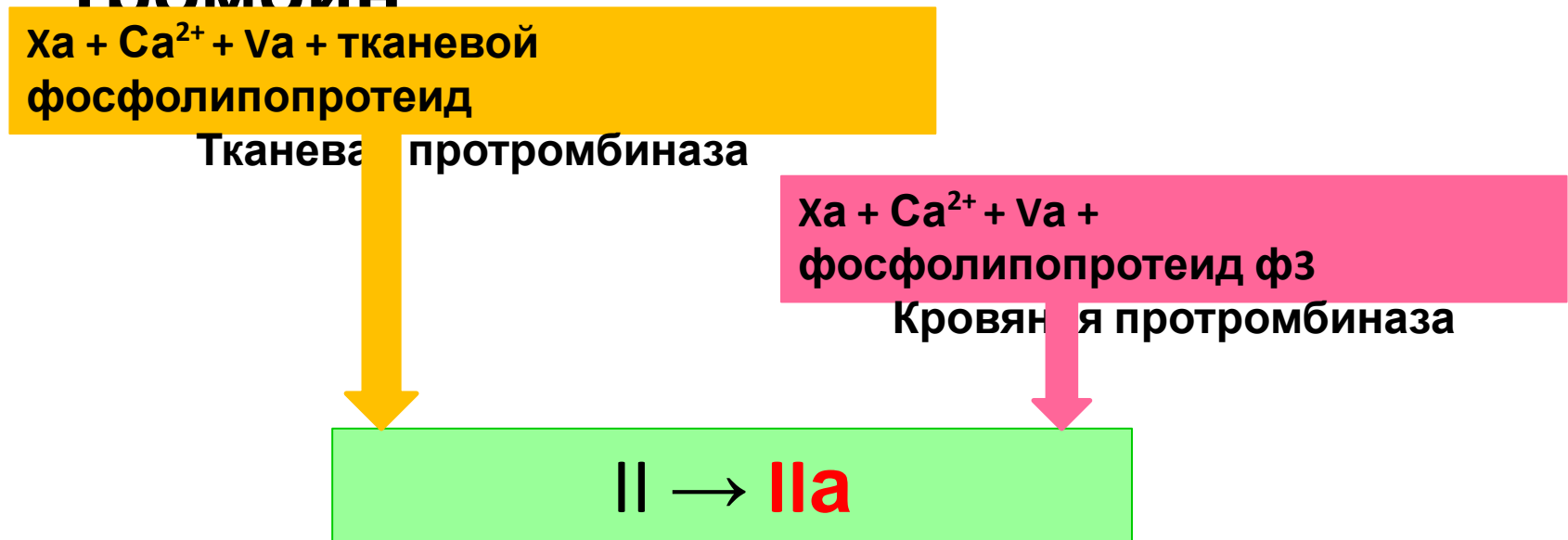


XI → XIa

↓  
IX → IXa + VIII + Ca<sup>2+</sup> + ф3  
↓  
X → Xa + Va + Ca<sup>2+</sup> + ф3 (фосфолиппротеид)  
Кровяная протромбиназа

# Вторая фаза. Образование тромбина

- Во время этой фазы под влиянием протромбиназы происходит переход протромбина в активный фермент **тромбин**





# Третья фаза. Образование фибринового тромба

IIa → I → I мономер

↓ + Ca<sup>2+</sup>

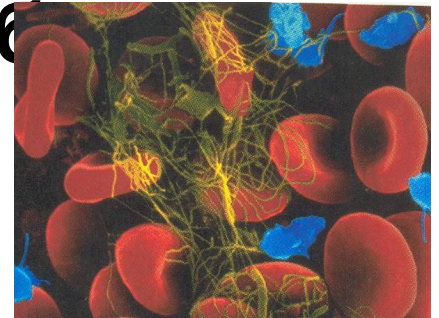
I полимер (S) Tr (IIa)

↓ **XIIIa** ← XIII

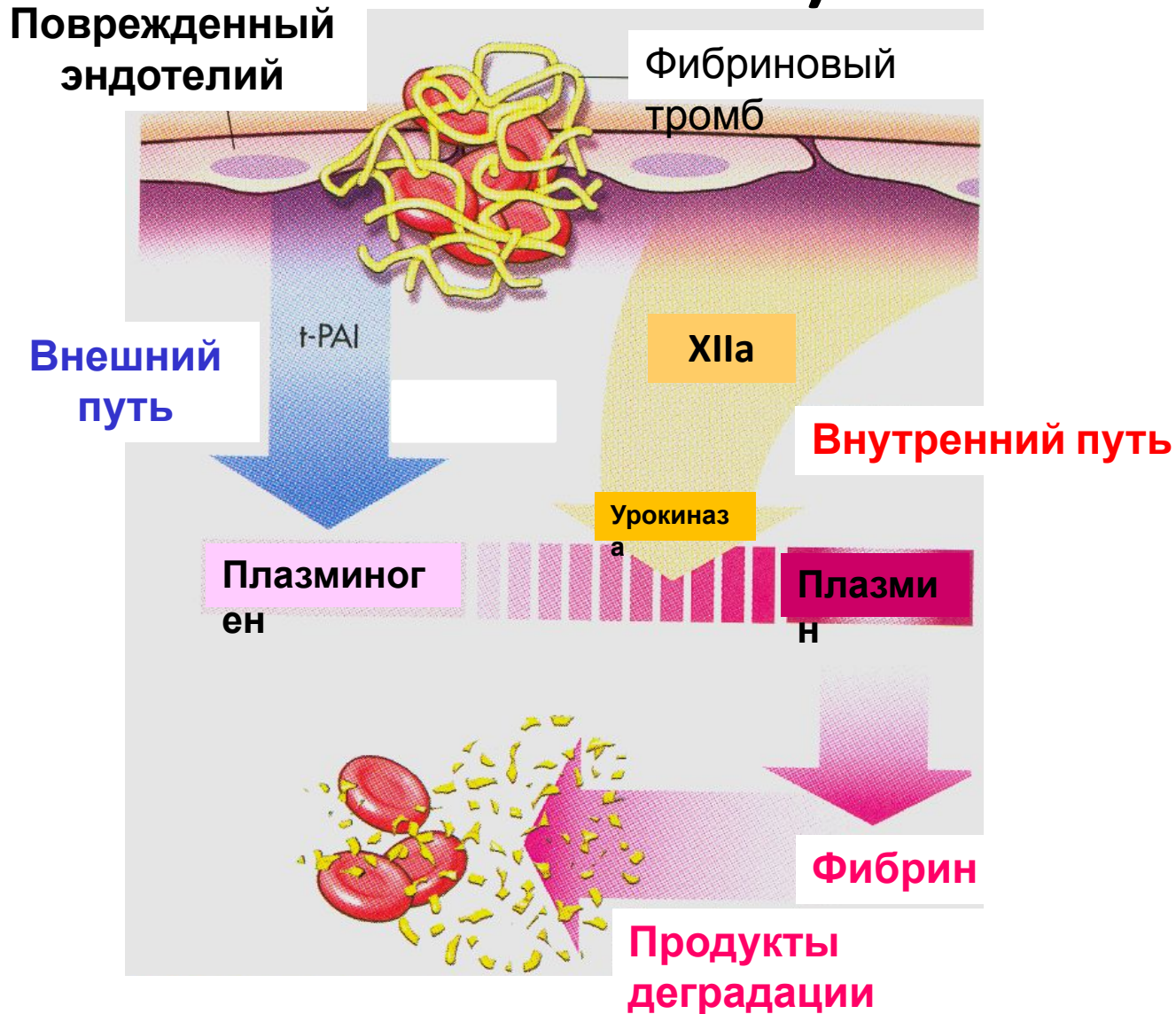
I полимер (I)

↓ Тромбостенин (ф6)

**Фибриновый тромб**



# ФИБРИНОЛИЗ (послефаза гемостаза)



# ФИБРИНОЛИЗ (послефаза гемостаза)

- **Фибринолиз** – это процесс расщепления фибринового сгустка, в результате которого происходит восстановление просвета сосуда.

## АКТИВАТОРЫ ПЛАЗМИНОГЕНА

### Внешний механизм

- Урокиназа,
- Тканевой активатор плазминогена (tPA),
- Стрептокиназа, стафилокиназа

### Внутренний механизм

XIIa → Прекалликреин →  
Калликреин → ВМК → Кинин

Плазминоген

Плазми

Н

Фибринов  
ый тромб

Продукты  
деградации  
(фибриновые  
пептиды)

# Противосвертывающая система крови

- **ГЛАДКАЯ И НЕСМАЧИВАЕМАЯ** ПОВЕРХНОСТЬ ЭНДОТЕЛИЯ;
- **ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ЗАРЯД** СТЕНКИ СОСУДОВ И ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ;
- СИНТЕЗ ЭНДОТЕЛИОЦИТАМИ **ПРОСТАЦИКЛИНА**;
- ВЫСОКАЯ **СКОРОСТЬ КРОВОТОКА**;
- НАЛИЧИЕ В КРОВИ **АНТИКОАГУЛЯНТОВ.**

# Антикоагулянты

Первичные антикоагулянты постоянно находятся в крови:

- **антитромбины (антитромбин III)** + **гепарин** (кофактор антитромбина III),
- **антитромбопластины**,
- **тромбомодулин**,
- **протеин С** + **протеин S** (кофактор протеина С).

Вторичные антикоагулянты образуются в процессе свертывания крови и фибринолиза:

- антитромбин I, или **фибрин**, который адсорбирует и инактивирует тромбин.
- антитромбин IV, или **продукты деградации фибрина**, которые нарушают полимеризацию фибрин-мономера, блокируют фибрин-мономер, угнетают агрегацию тромбоцитов.

Выделяют антикоагулянты:

**Прямого действия** (гепарин+антитромбин III и др.);

**Непрямого действия** (блокаторы синтеза витамин-К-зависимых факторов свертывания – II, VII, IX, X в печени)

К факторам, **ускоряющим процесс свертывания крови**, относятся:

- 1) тепло, так как свертывание крови является ферментативным процессом;
- 2) ионы кальция, так как они участвуют во всех фазах гемокоагуляции;
- 3) соприкосновение крови с шероховатой поверхностью (поражение сосудов атеросклерозом, сосудистые швы в хирургии);
- 4) механические воздействия (давление, раздробление тканей, встряхивание емкостей с кровью, так как это приводит к разрушению форменных элементов крови и выходу факторов, участвующих в свертывании крови).

К факторам, **замедляющим и предотвращающим гемокоагуляцию**, относятся:

- 1) понижение температуры;
- 2) цитрат и оксалат натрия (связывают ионы кальция);
- 3) гепарин (подавляет все фазы гемокоагуляции);
- 4) гладкая поверхность (гладкие швы при сшивании сосудов в хирургии, покрытие силиконом или парафинирование канюль и емкостей для донорской крови).