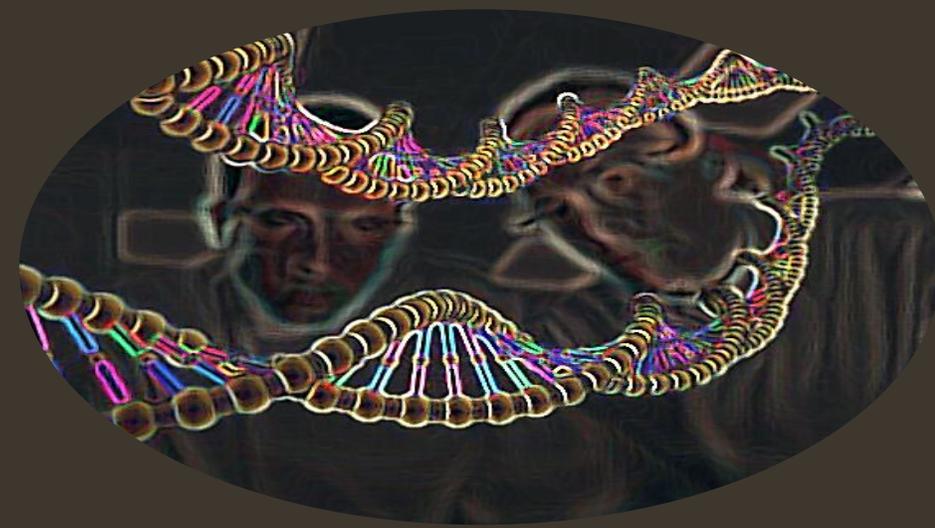


# Повреждение клетки



Профессор кафедры патофизиологии  
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова  
д.м.н., Морозова Ольга Леонидовна

# Патология клетки



*комплекс структурных, метаболических,  
физико-химических и функциональных свойств  
клетки, которые ведут к нарушению ее  
жизнедеятельности*

# Повреждающие факторы

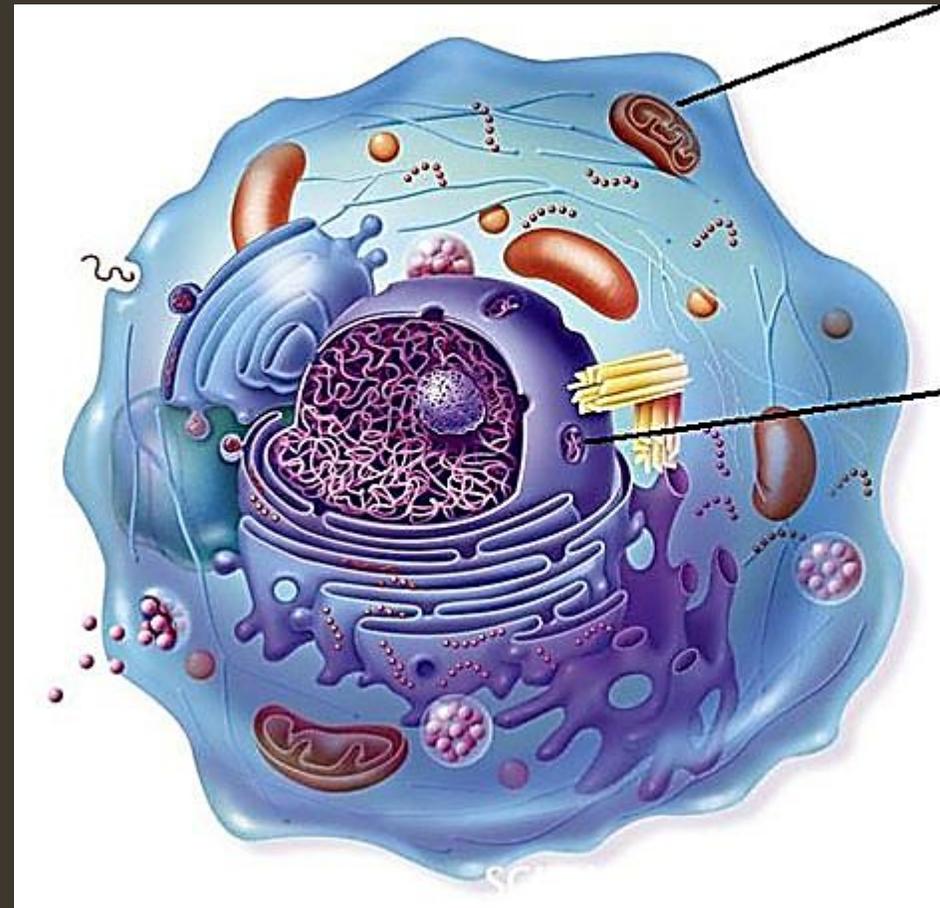
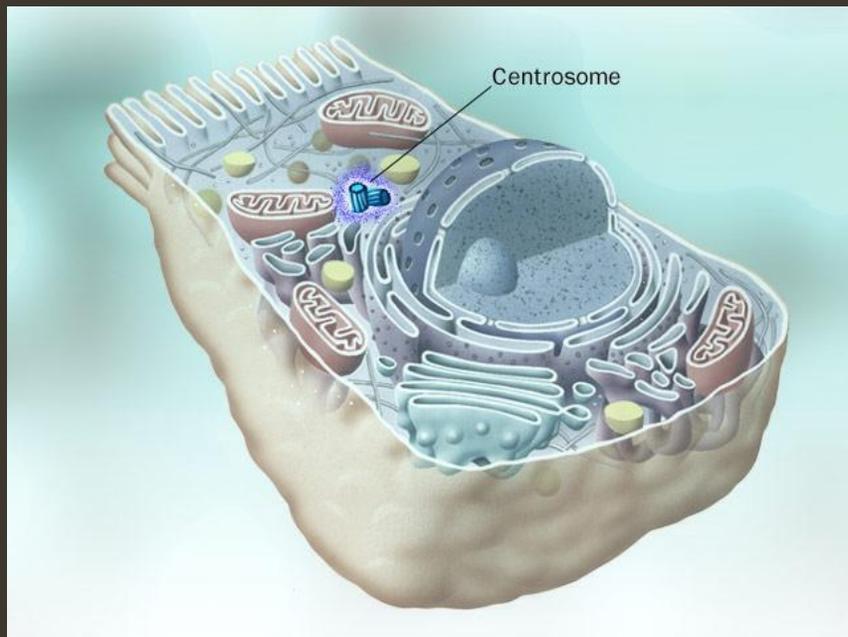
[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

# Повреждение

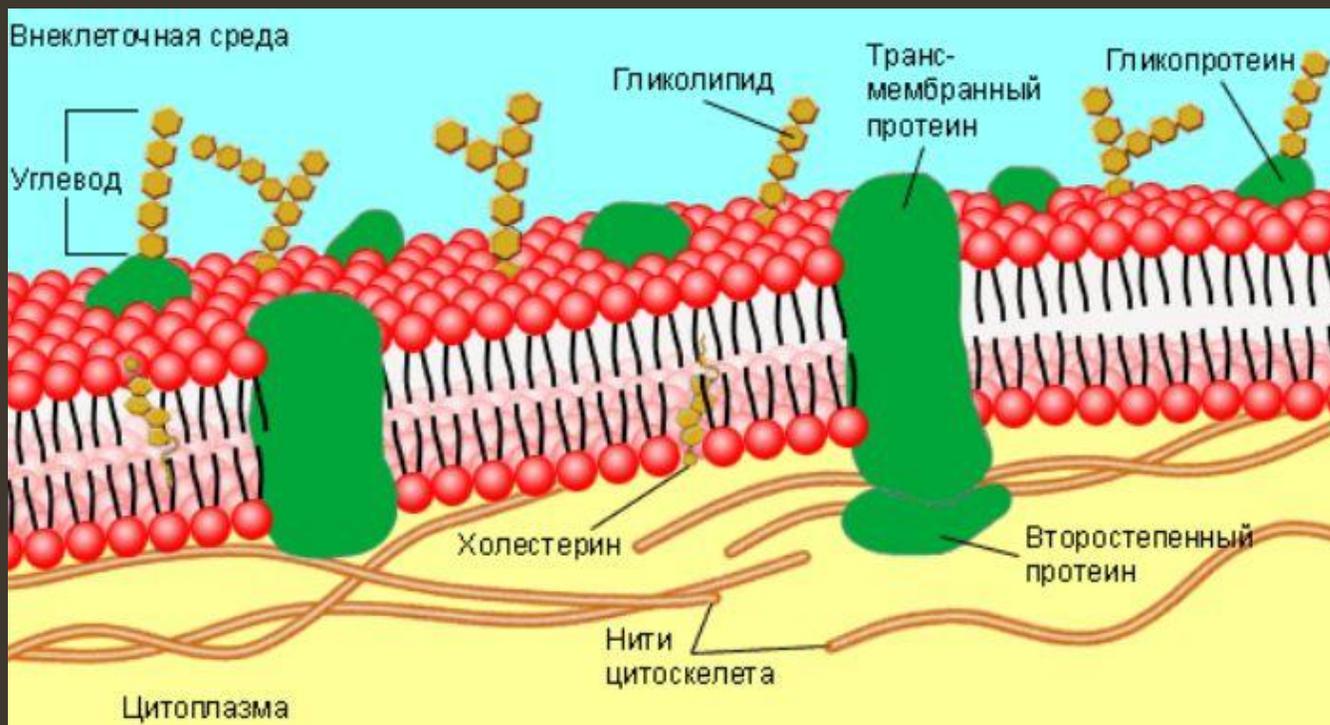
- ✓ *клетки*
- ✓ *субклеточных фракций*
- ✓ *межклеточного взаимодействия*



# Общие механизмы повреждения клетки



# Повреждение цитоплазматической мембраны



Недостаточность  $K^+/Na^+$  насоса

Сглаживание ионных градиентов

Входной ток  $Na^+$  и  $H_2O$  – набухание клеток

Входной ток  $Ca^{2+}$  -

Активация фосфолипаз

Арахидоновый каскад

Изменение антигенных свойств клетки

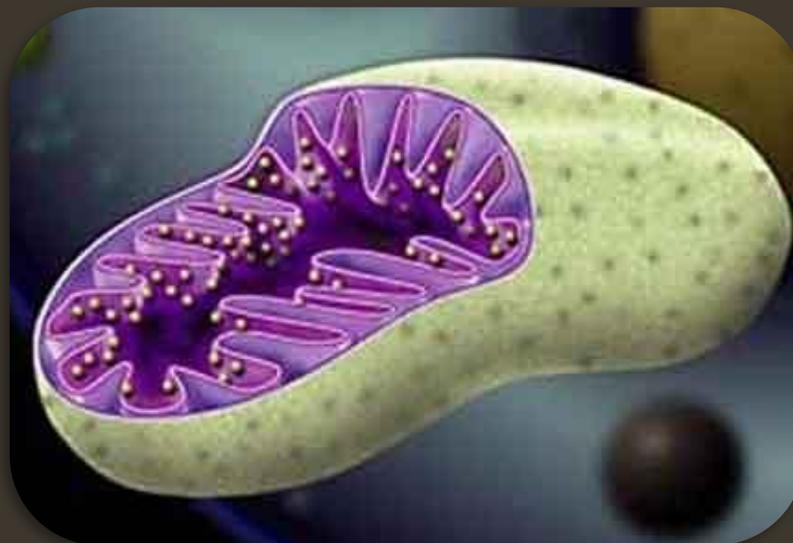
Нарушение рецепторных функций

Повреждение межклеточных коммуникаций

# Повреждение митохондрий



рассеивание энергии в виде тепла



синтез белков-индукторов апоптоза



набухание и разобщение окислительного фосфорилирования и дыхания



дефицит АТФ

активация анаэробных процессов



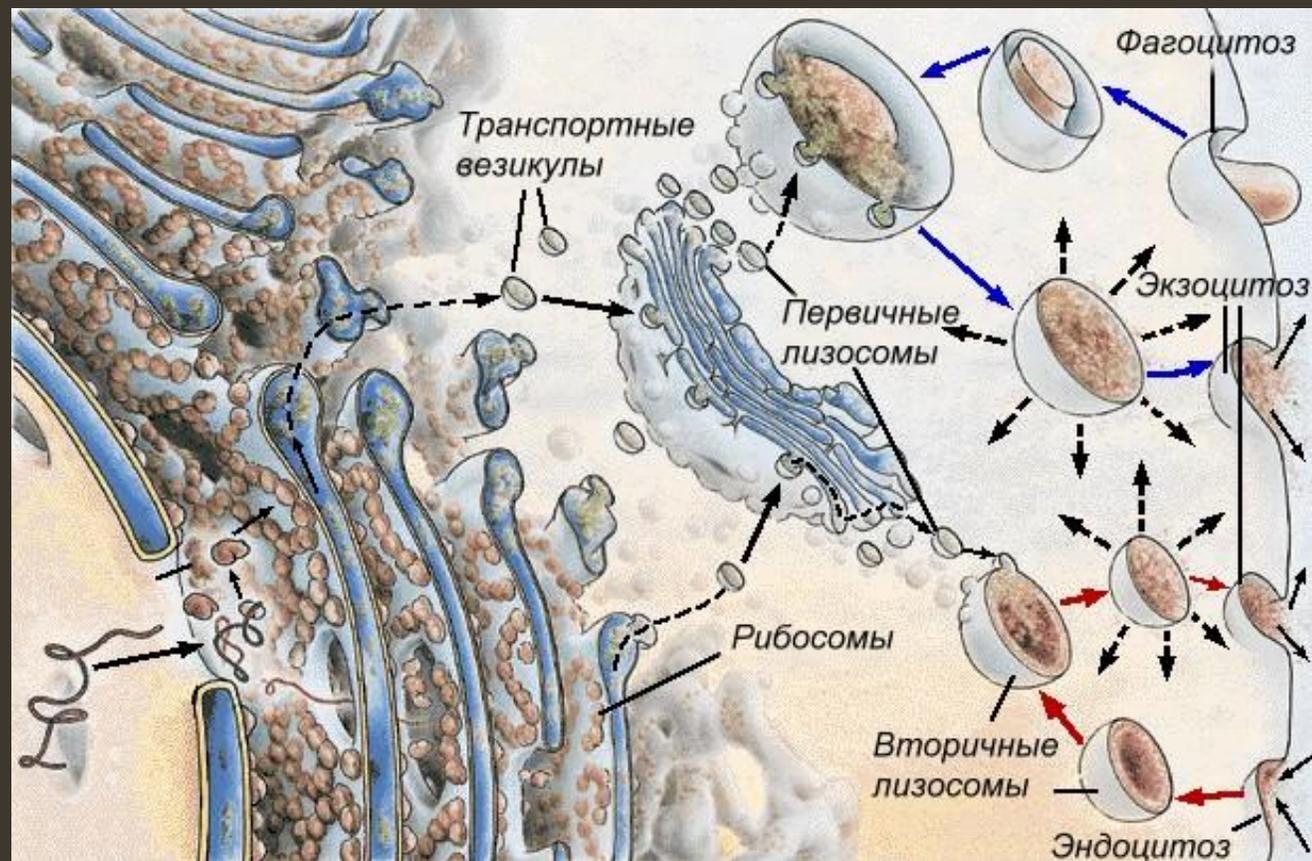
внутриклеточный ацидоз

# Повреждение ядра

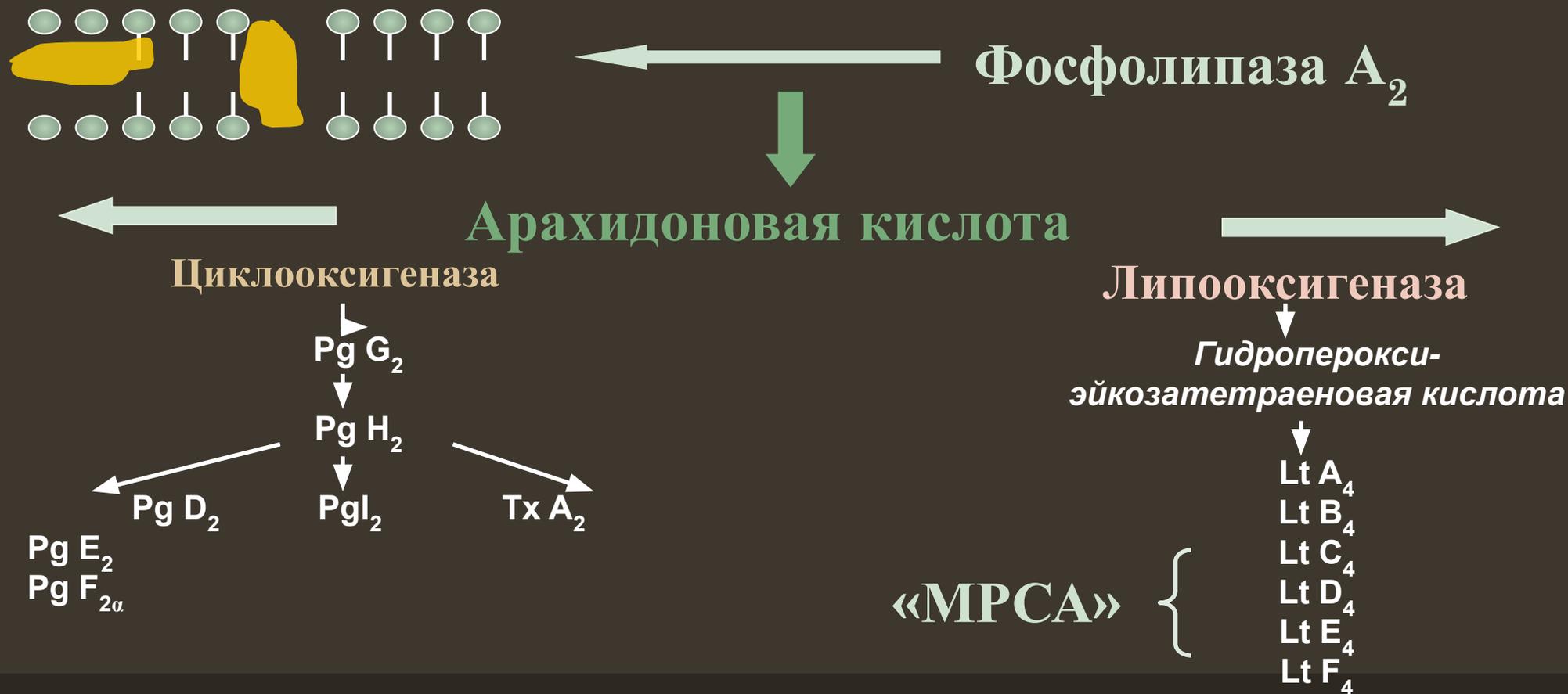


# Повреждение лизосом

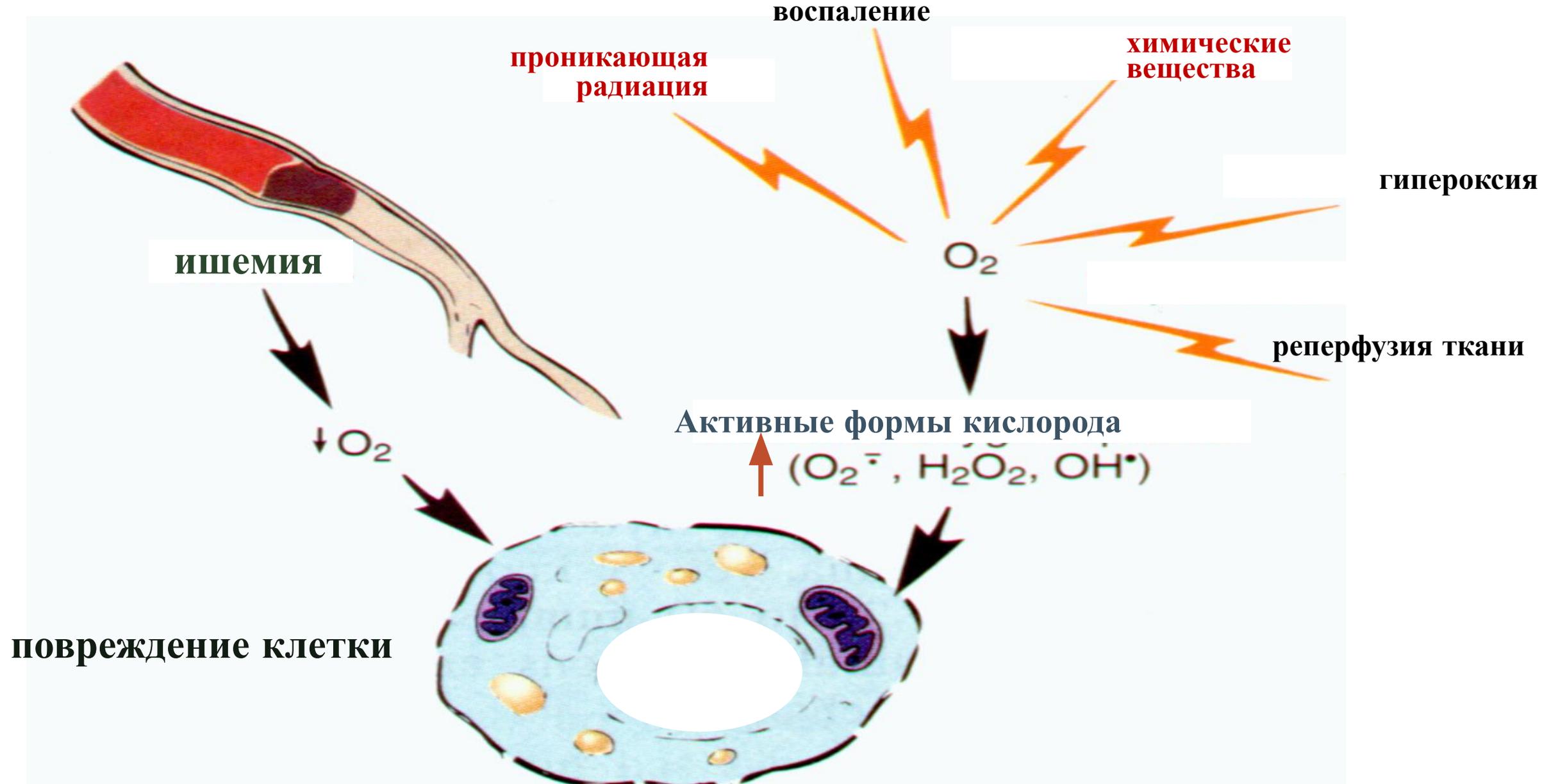
- ✓ Выход лизосомальных ферментов и аутолиз клетки
- ✓ Активация процессов лимитированного протеолиза
- ✓ Активация липаз и отщепление арахидоновой кислоты от фосфолипидов

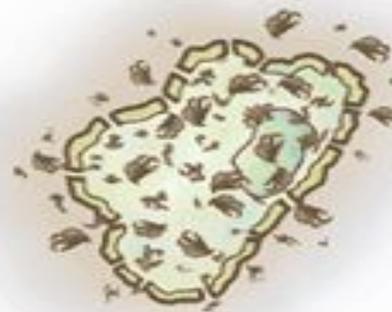


# Каскад арахидоновой кислоты



# Основные факторы и механизмы кислородзависимого повреждения клетки





### Экзогенные

диоксиды серы, азота; NO и органические окислители из табачного дыма, ионы железа

### Эндогенные

активные формы кислорода и азота



Супероксид-анион



Перекись водорода



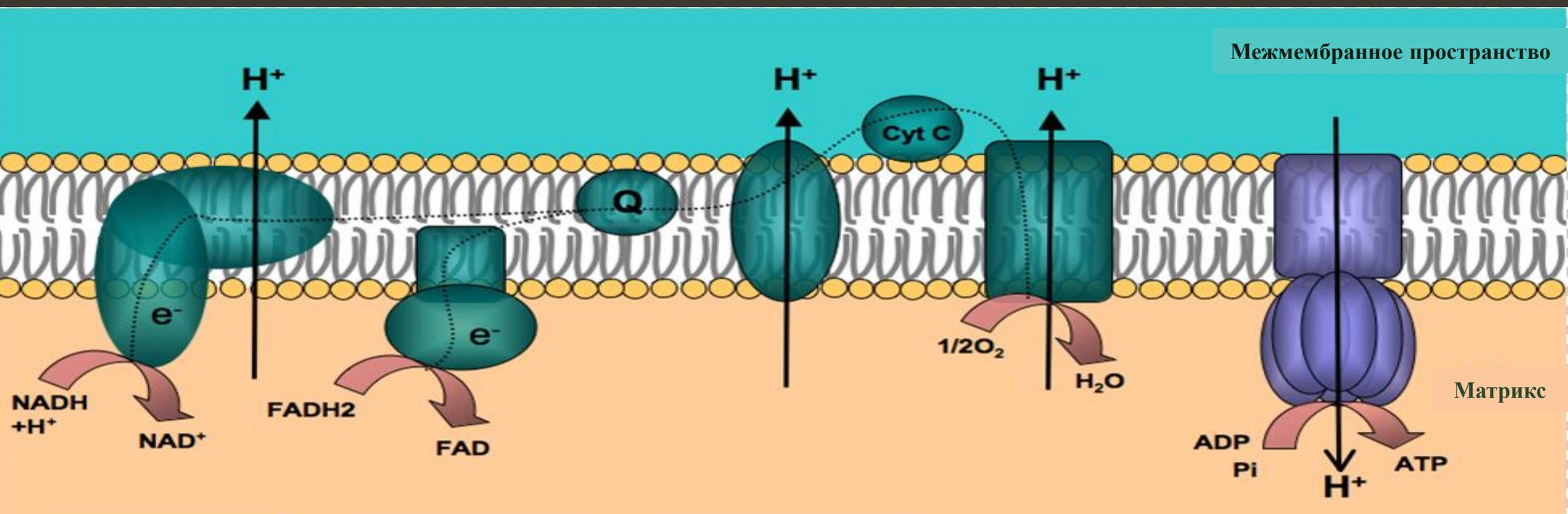
Гидроксильный радикал



Нитроксид



Пероксинитрит



Межмембранное пространство

Матрикс

Комплекс I  
НАДН-дегидрогеназа

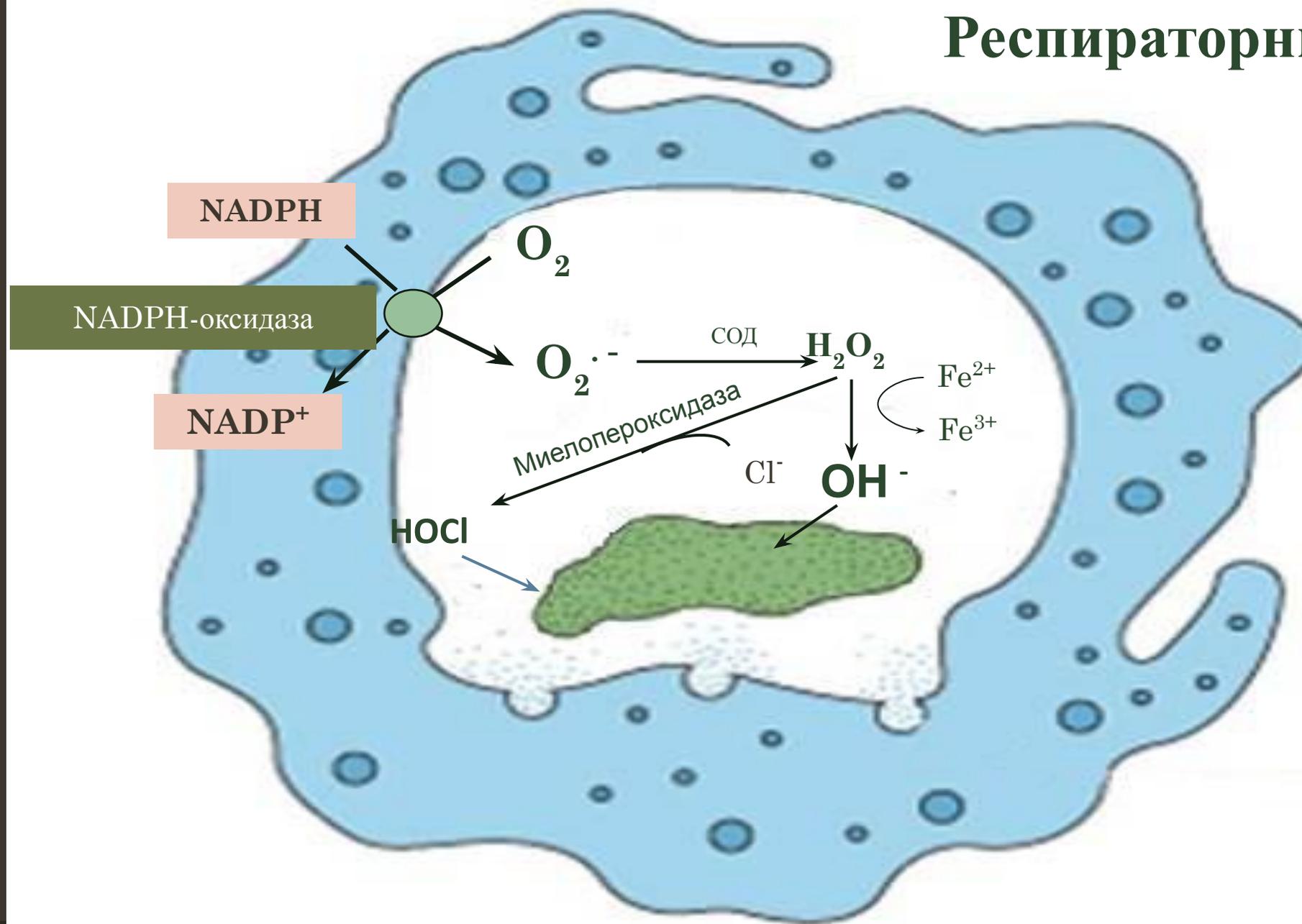
Комплекс II  
Сукцинат-дегидрогеназа

Комплекс III  
Убиквинол цитохром С оксидоредуктаза

Комплекс IV  
Цитохром С оксидаза

Комплекс V  
АТФ-синтетаза

# Респираторный взрыв



NADPH

NADPH-оксидаза

NADP<sup>+</sup>

O<sub>2</sub>

O<sub>2</sub><sup>·-</sup>

СОД

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Миелопероксидаза

Fe<sup>2+</sup>

Fe<sup>3+</sup>

Cl<sup>-</sup>

OH<sup>·</sup>

НОСl

# Антиоксиданты (ферментативные)



Супероксиддисмутаза (СОД)

Каталаза

Глутатионзависимые  
ферменты

# Антиоксиданты (неферментативные)

Аминокислоты

Полиамины

Мочевина

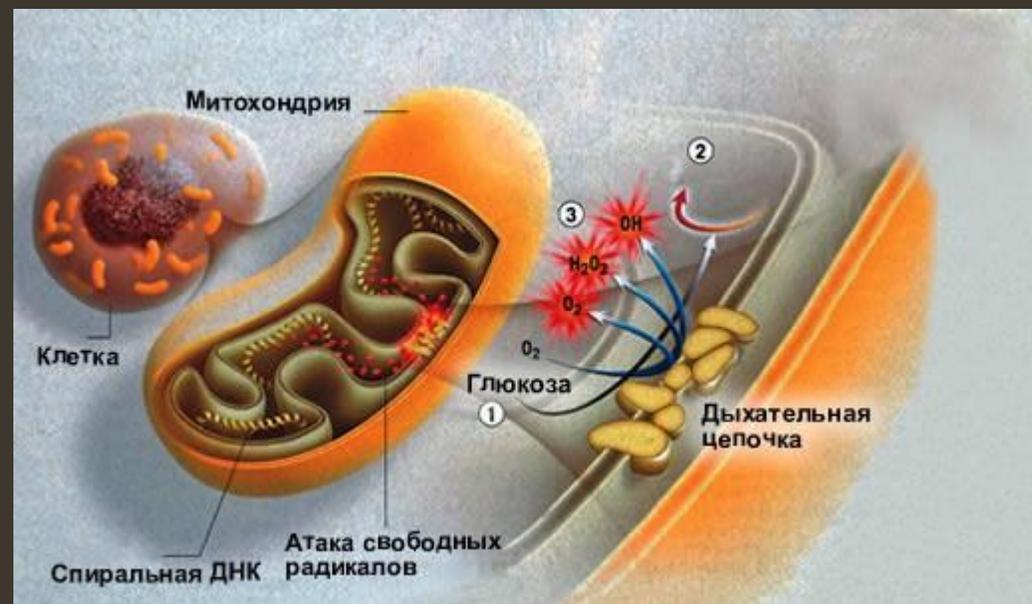
Глутатион

Аскорбиновая кислота

Билирубин

$\alpha$ -токоферол

Витамины А, К





## Оксиданты

Перекисное окисление  
липидов

Окисление белков

Модификация и разрыв  
ДНК

Дестабилизация мембран

лизосомальных

цитоплазматических

повышение активности  
протеаз, фосфолипаз,  
усиление синтеза  
лейкотриенов,  
простагландинов,  
тромбоксана

нарушения  
трансмембранного  
транспорта, электролитного  
баланса, возбудимости

Повреждение  
ферментов, изменение  
их активности

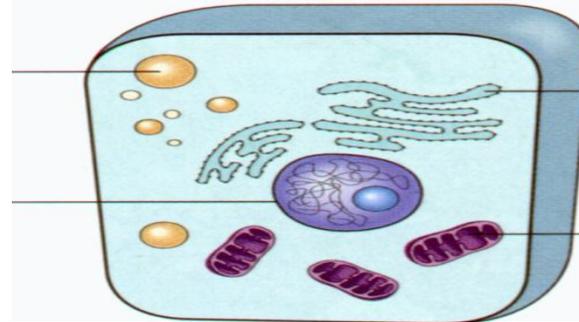
Генные и хромосомные  
мутации, канцерогенез,  
ускорение процессов  
старения

## Нарушение гомеостаза

# НОРМА

лизосома

ядро



ЭПС

митохондрии

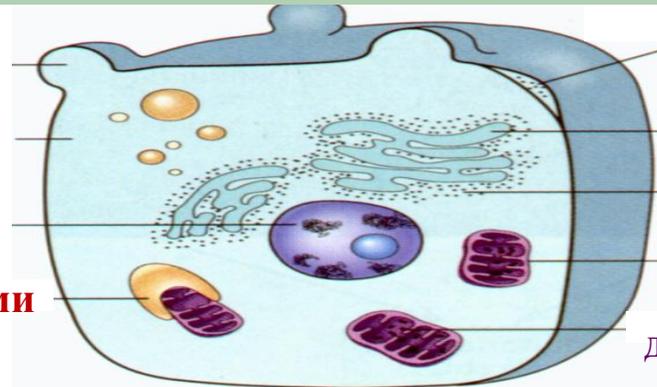
## ОБРАТИМОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ

выпячивание плазмолеммы

набухание клетки

фрагментация хроматина

лизис органелл (митохондрии) лизосомами



повреждение мембран

набухание ЭПС

отрыв и дисперсия рибосом от ЭПС

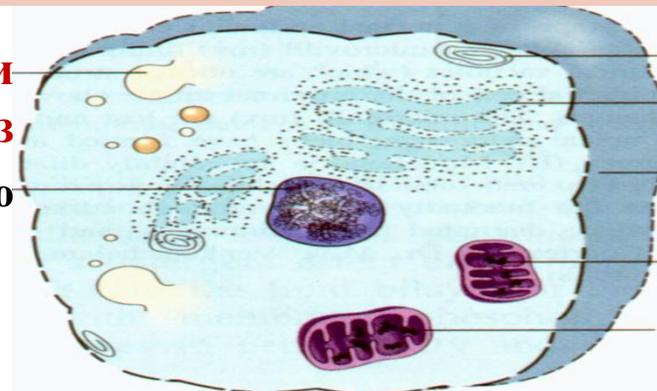
набухание митохондрий

депозиты кальция

## НЕОБРАТИМОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ

разрыв мембраны лизосомы и аутолиз

пикноз ядра, лизис, разрушение его



дистрофия (миелин)

лизис ЭПС

дефекты мембраны

увеличение депозитов

набухание митохондрий

# ВИДЫ ГИБЕЛИ КЛЕТОК И МЕХАНИЗМЫ ИХ РАЗРУШЕНИЯ

**ДЕЙСТВИЕ ПАТОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

```
graph TD; A[ДЕЙСТВИЕ ПАТОГЕННЫХ ФАКТОРОВ] --> B[НЕКРОЗ КЛЕТКИ]; A --> C[АПОПТОЗ КЛЕТКИ]; B --> D[ЛИЗИС НЕКРОТИЗИРОВАННОЙ КЛЕТКИ (НЕКРОЛИЗ)]; C --> E[ФАГОЦИТОЗ АПОПТОЗНОЙ КЛЕТКИ]
```

**НЕКРОЗ  
КЛЕТКИ**

**ЛИЗИС  
НЕКРОТИЗИРОВАННОЙ  
КЛЕТКИ (НЕКРОЛИЗ)**

**АПОПТОЗ  
КЛЕТКИ**

**ФАГОЦИТОЗ  
АПОПТОЗНОЙ  
КЛЕТКИ**

# Стадии апоптоза

Инициации



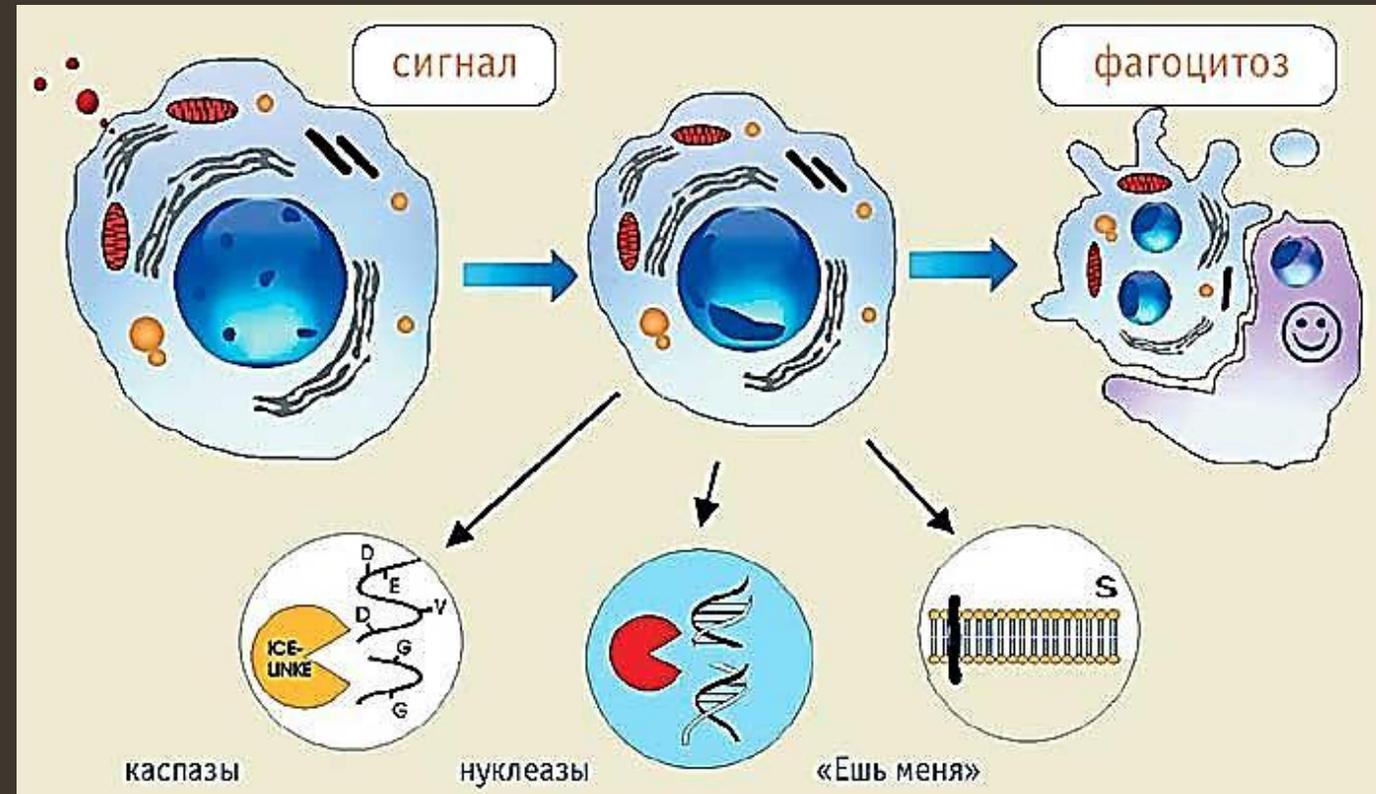
Программирования

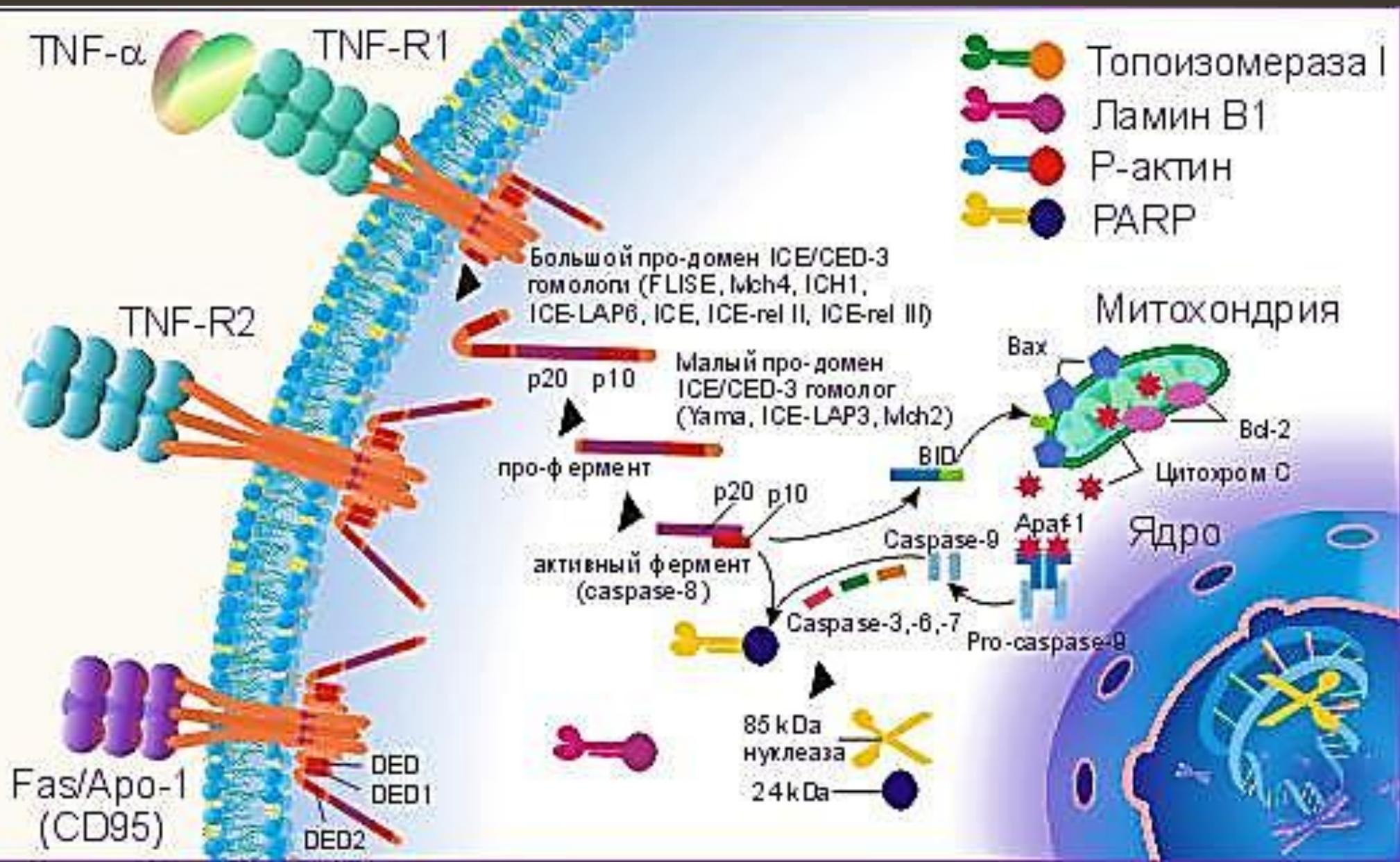


Реализации программы

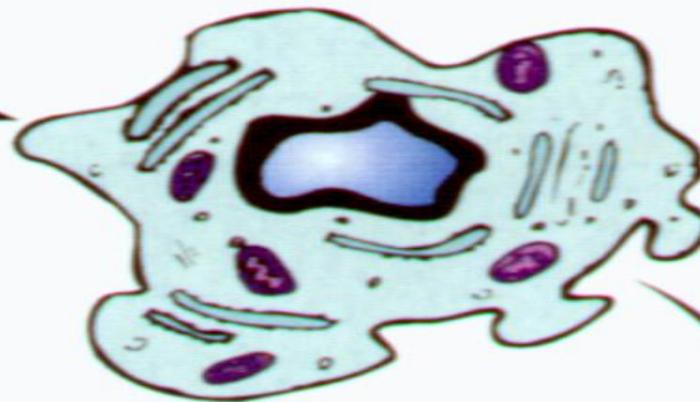
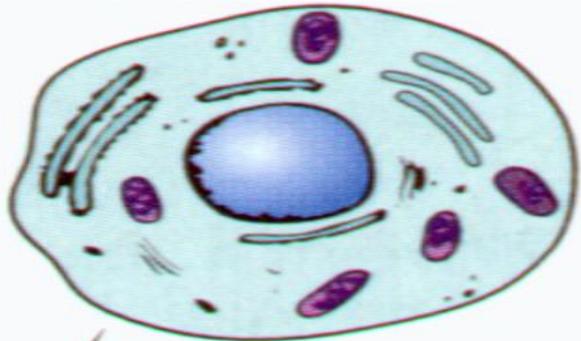


Удаление погибшей клетки

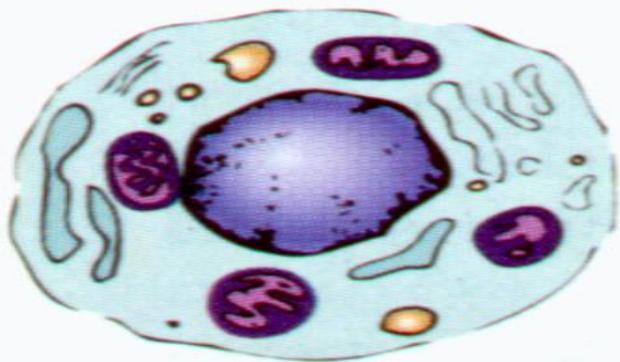




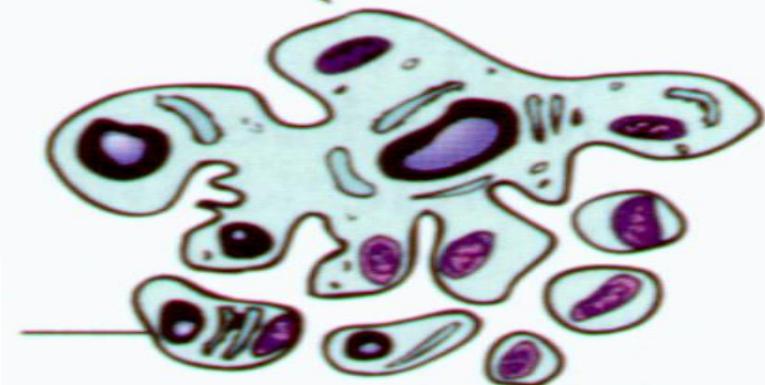
# НОРМАЛЬНАЯ КЛЕТКА



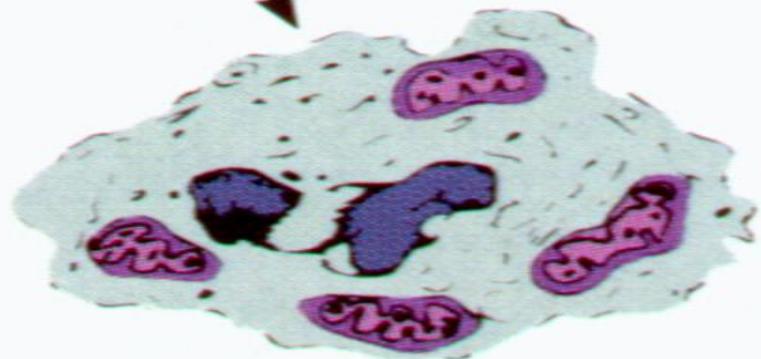
Поврежденная  
клетка



Поврежденная  
клетка



Апоптозные тельца



**Некротоз**



Фагоцитоз

**АПОПТОЗ**

# МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ КЛЕТКИ ПРИ ЕЁ ПОВРЕЖДЕНИИ

## ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЕ

- РЕАЛИЗУЮТСЯ  
ПОВРЕЖДЁННЫМИ  
КЛЕТКАМИ

## МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ

- РЕАЛИЗУЮТСЯ  
НЕПОВРЕЖДЁННЫМИ  
КЛЕТКАМИ

# ПРОЯВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛЕТКИ



- \* Свойственны для:
- *определённой клетки;*
  - *определённого фактора.*

- \* Свойственны для:
- *разных факторов, повреждающих их;*
  - *различных типов поврежденных клеток*

