

Лекция 6. Функциональная  
морфология аппарата  
внутриклеточного  
переваривания и  
энергетического аппарата.

# Эндосомы

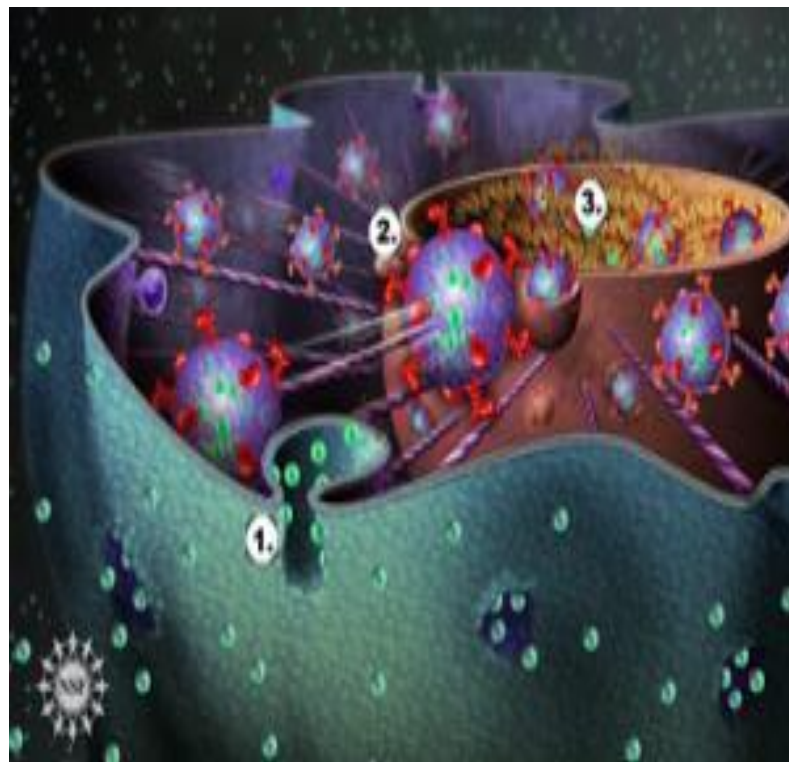
- сферические мембранные везикулы, формирующиеся в ходе эндоцитоза.

## Мембрана содержит:

- протонный насос;
- рецепторы;
- транслоказы.

## Функции эндосом:

- перенос макромолекул с поверхности клетки в лизосому.
- прелизосомальный этап разрушения веществ (разрушение комплексов рецептор-лиганд, денатурация белковых молекул).



# Ранние эндосомы

- везикулы после отделения от плазмолеммы при завершения эндоцитоза. Располагаются субмембранно. Среда постепенно закисляется, активируются ферменты мембраны. Формируют пузырек рециклирования.

# Поздние эндосомы

Формируются из ранних, располагаются в более глубоких слоях цитоплазмы, имеют кислое содержимое. Содержат вещества, которые должны быть перенесены в лизосому и полностью разрушены.

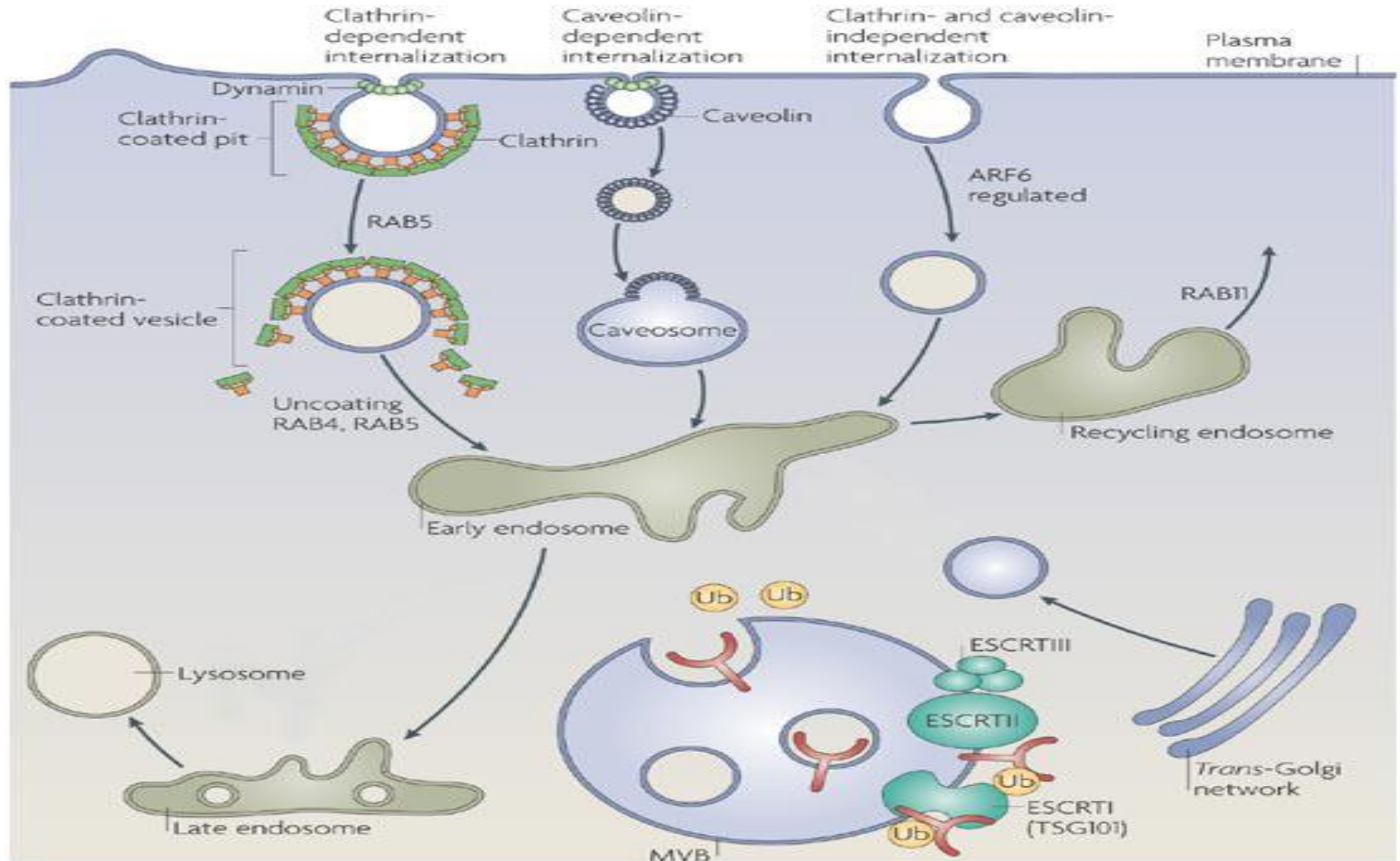
# Гидролазные пузырьки

- мембранные органеллы (D 200-400 нм), содержащие неактивные гидролитические ферменты.
- ферменты синтезируются в грЭПР и переносятся в комплекс Гольджи, где упаковываются в мембрану.
- содержат кислые гидролазы (протеазы, нуклеазы, липазы, гликозидазы и др.)
- 20% ферментов связано с мембраной.
- 80% ферментов находится в полости.





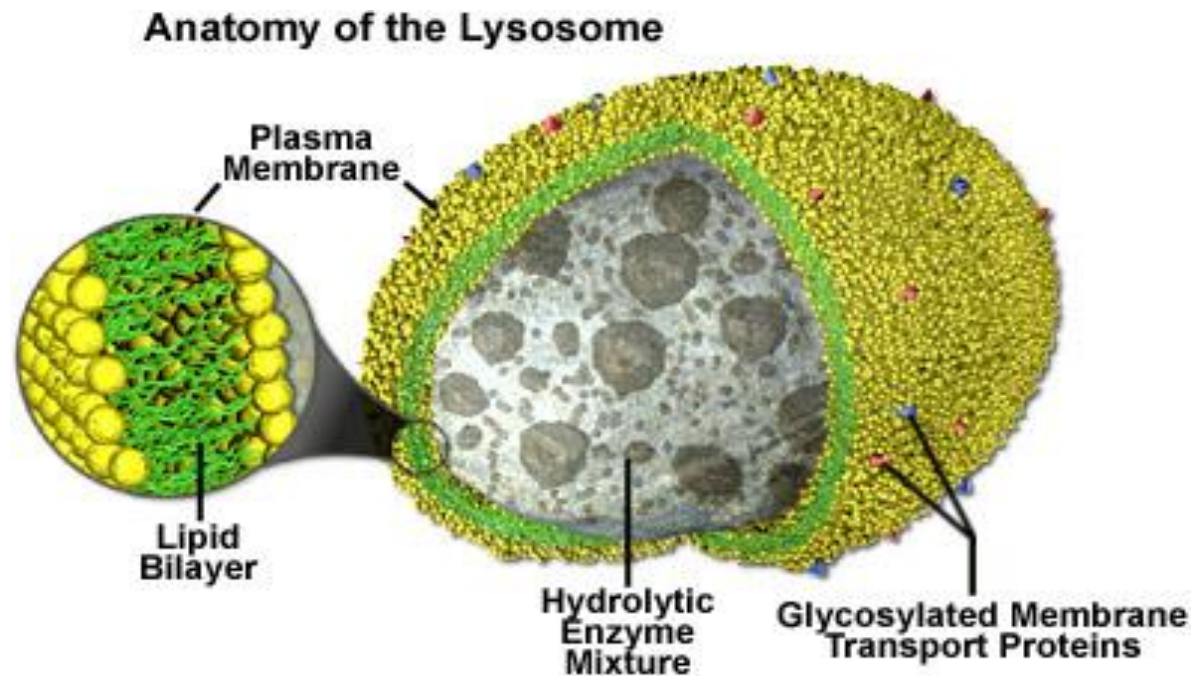
# Обобщенная схема аппарата внутриклеточного пищеварения



# Лизосомы

Описаны Christian de Duve в 1949 г.

- органеллы , участвующие в завершающих этапах внутриклеточной деградации молекул. Формируются путем слияния поздней эндосомы с гидролазным пузырьком.



# Гетероэндосома

– эндосома, содержащая материал захваченный извне.

В зависимости от поглощенного материала:

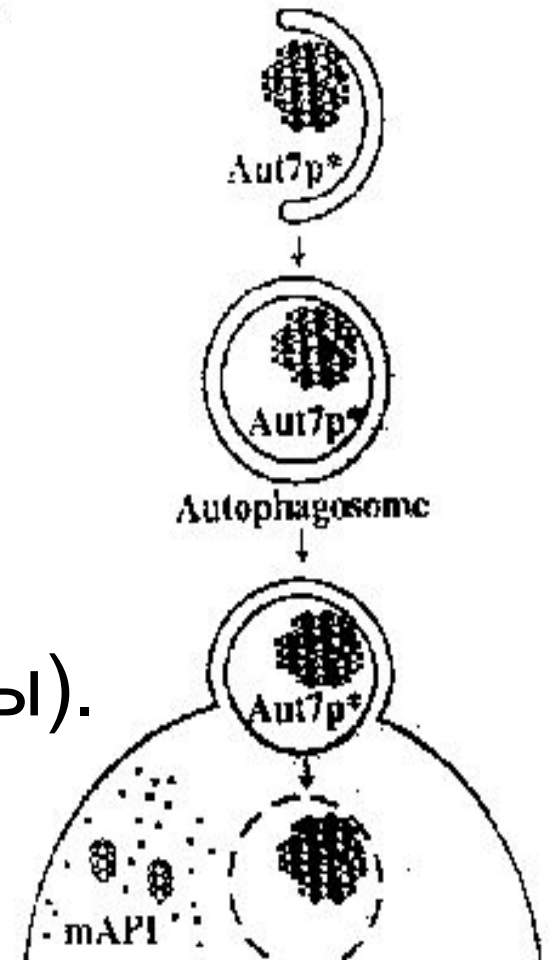
- Гетерофагосома
- Гетеропиносома

# Аутоэндосома

– эндосома, содержащая собственные компоненты клетки.

Окружены двойной мембраной, образующейся из мембран ЭПР.

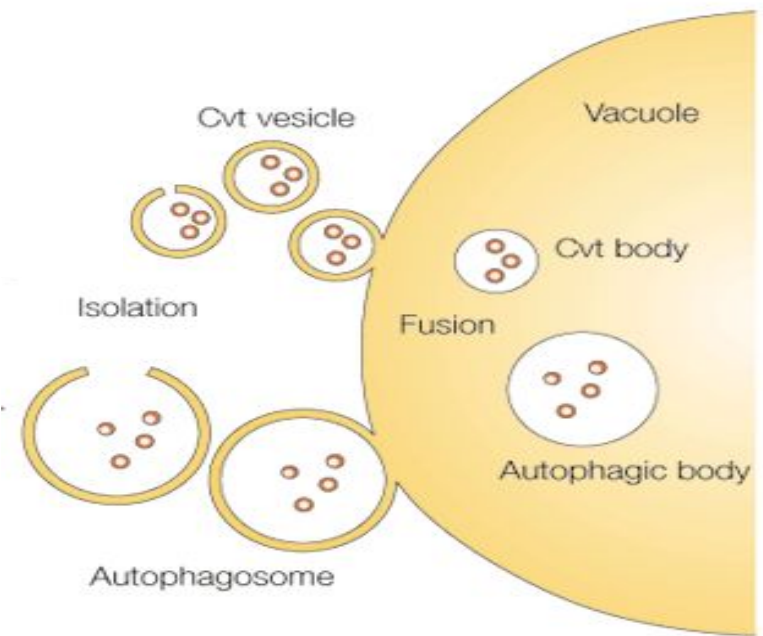
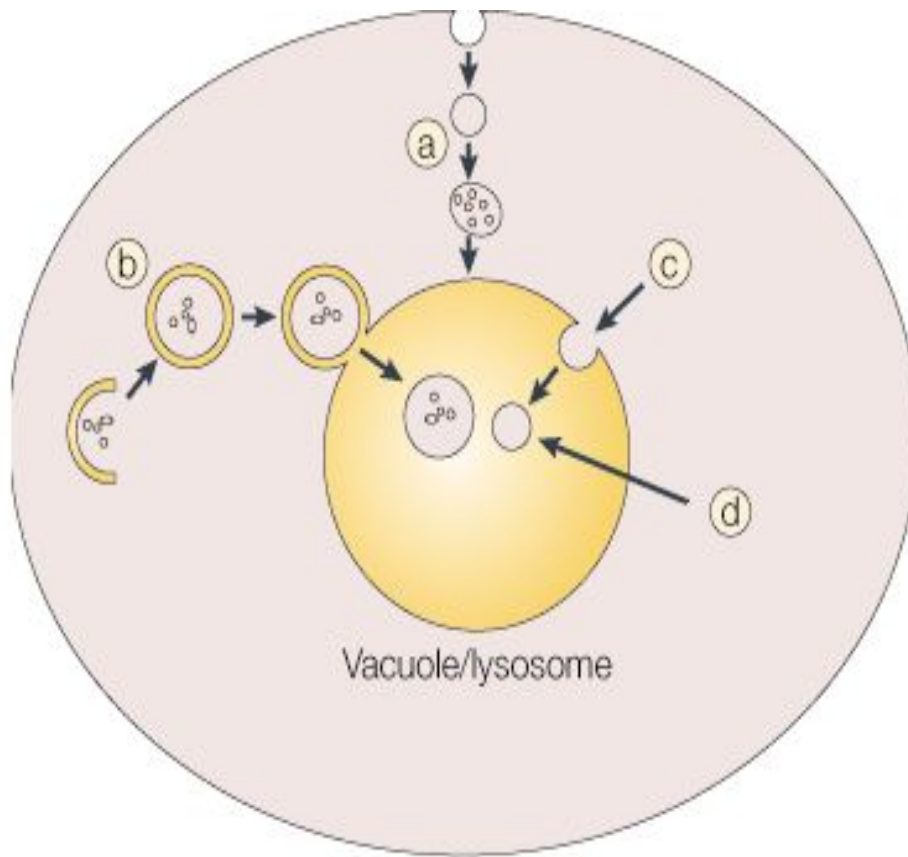
- Микроаутосома (биополимеры).
- Макроаутосома (органеллы).





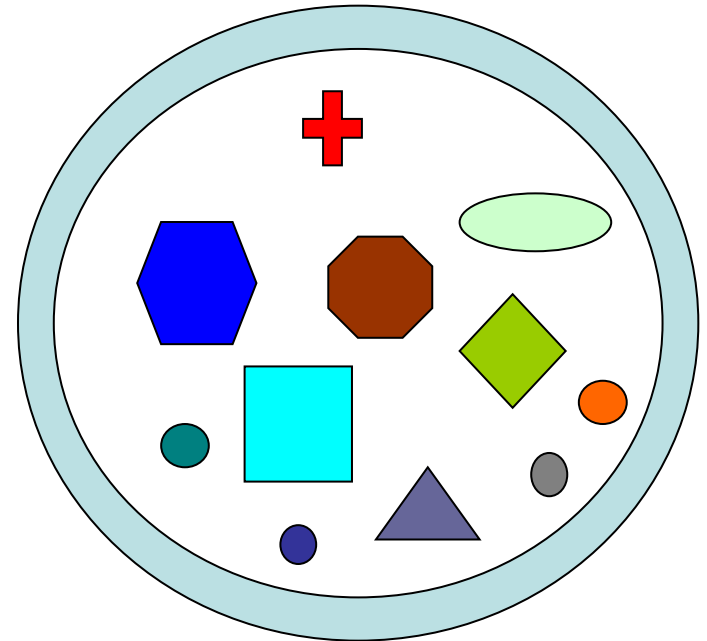
# Мультивезикулярное тельце

- крупная (200-800 нм) сферическая везикула, содержащая меньшие везикулы.

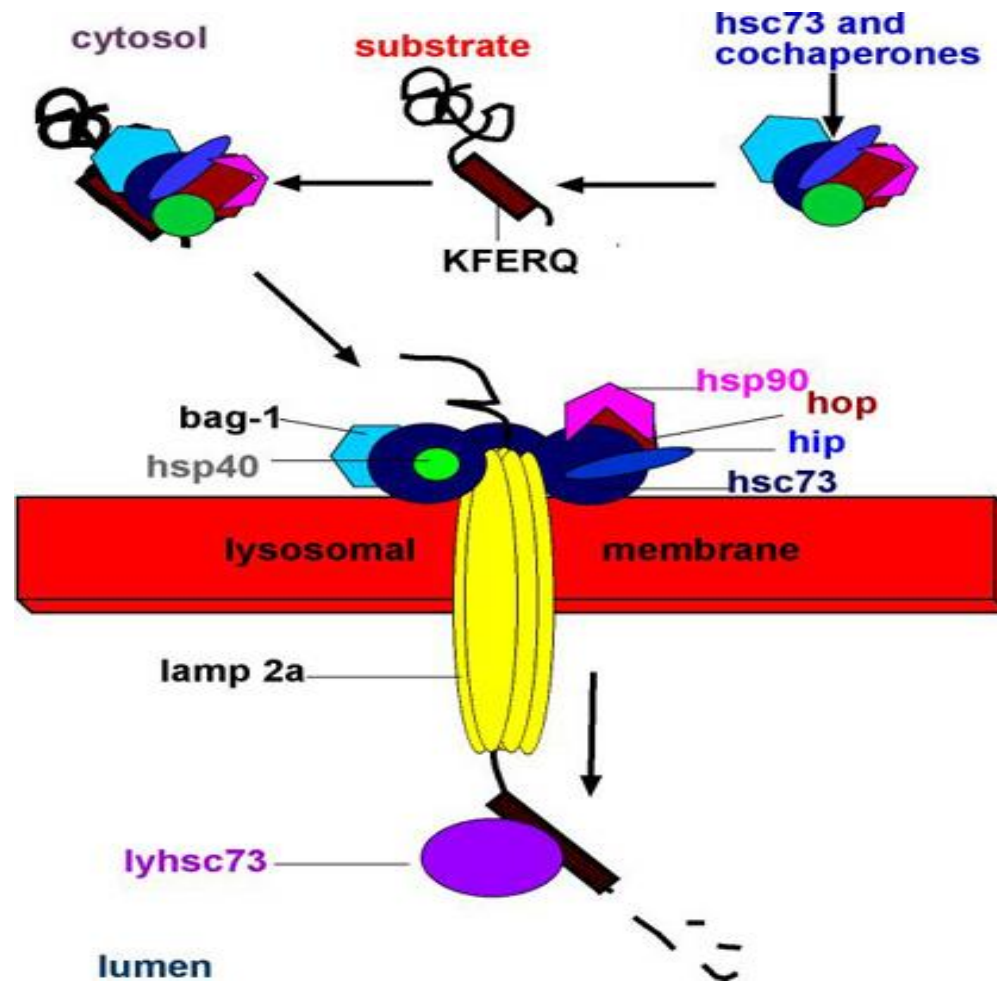


# Остаточное тельце (телолизосома)

– лизосомы, содержащие неперевааренный материал, который может храниться в клетке или экскретироваться.

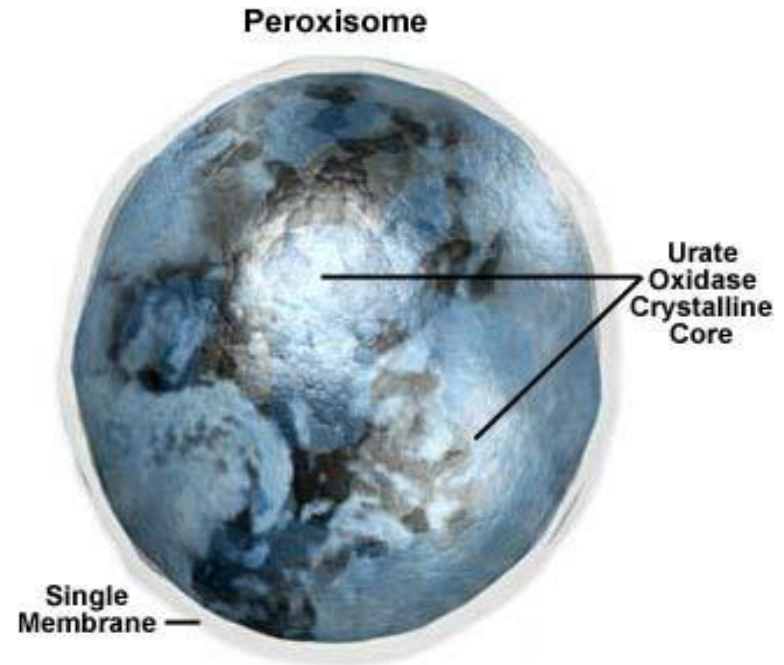


# Трансмембранный перенос веществ внутрь лизосом/МВТ



# Пероксисома

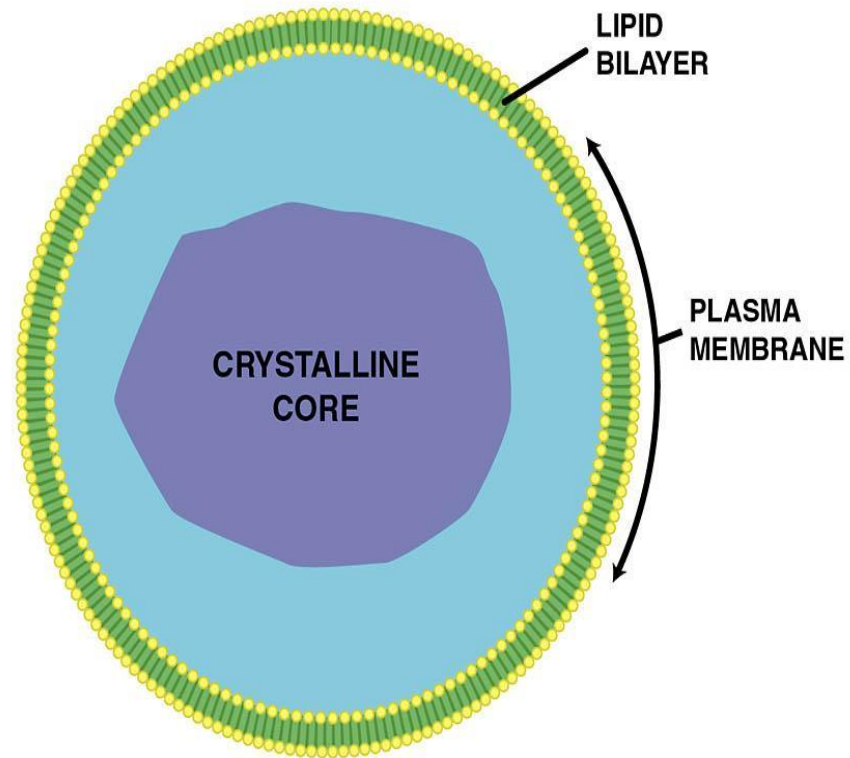
Сферические пузырьки  
D 0,05-1,5 мкм,  
окруженные мембраной,  
с умеренно плотным  
матриксом, содержащим  
кристаллический кор.



# Пероксисомы

Мембрана содержит белки-переносчики и протонные насосы.

Матрикс содержит  $\approx 15$  ферментов (пероксидаза, каталаза, уратоксидаза, оксидаза D-аминокислот).



Кристаллический кор - конденсированные ферменты.



# Образование и функция пероксисом

Формируются из цистерн аЭПР.

Время жизни 5-6 дней.

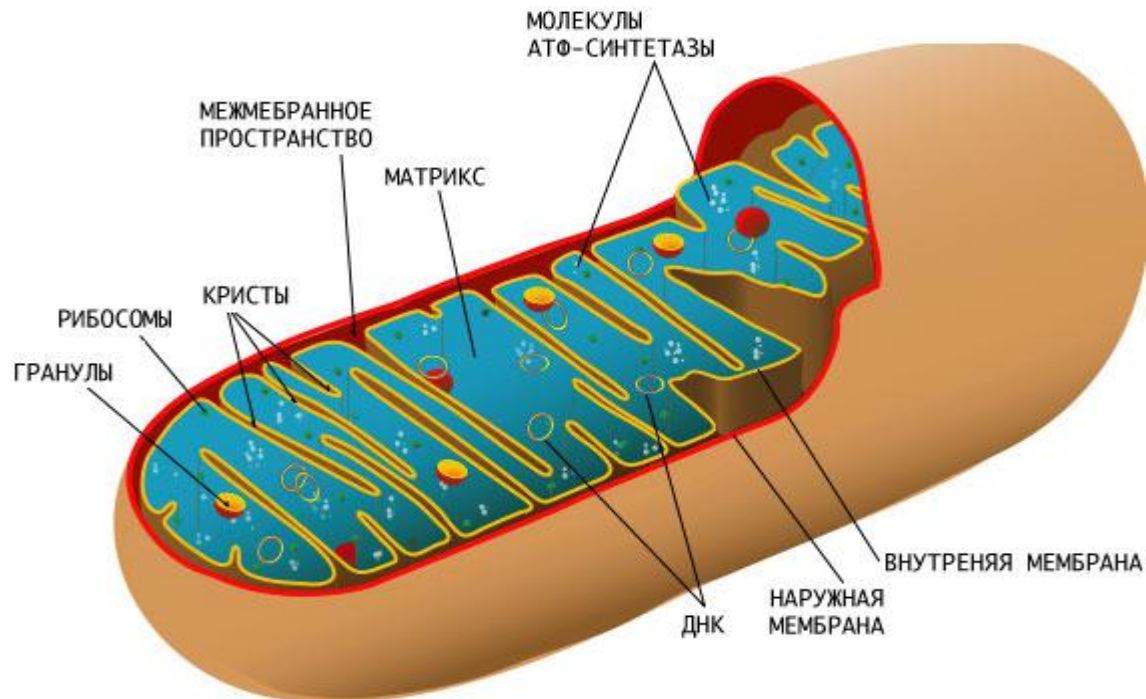
Функции пероксисом:

- Утилизация кислорода.
- Образование/разрушение  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
- Обезвреживание ксенобиотиков.
- Участие в расщеплении биополимеров.

# Митохондрии

Описаны Келликером в 1850 г. в мышцах насекомых.

- мембранные органеллы, обеспечивающие клетки энергией АТФ, участвующие в синтезе стероидов, окислении жирных кислот и синтезе нуклеиновых кислот.



# Размер и форма митохондрий

Диаметр 0,2-2 мкм.

Длина 2-10 мкм.

Форма:

- сферическая,
- эллиптическая,
- палочковидная,
- нитевидная.



Количество варьирует в широких пределах.

# Закономерности расположения в клетке

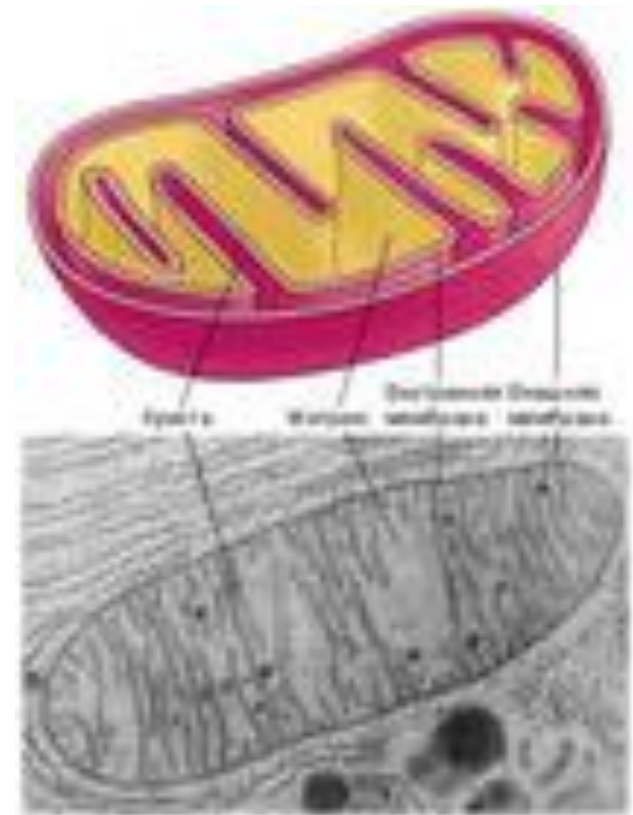
В цитоплазме могут располагаться диффузно, однако обычно сосредоточены в участках максимального потребления энергии:

1. Вблизи миофибрилл;
2. Вблизи ядра;
3. Подмембранно:
  - в области расположения ионных насосов;
  - у основания органелл движения (жгутиков, ресничек);

# Строение митохондрий

Имеют наружную и внутреннюю мембрану, разделенные межмембранным пространством.

Внутренняя мембрана окружает митохондриальный матрикс и образует кристы.





# Наружная митохондриальная мембрана

- Содержит большое количество транспортных белков.
- Имеет поры, образованные белками поринами.
- Небольшое количество ферментов.
- Рецепторы.



# Внутренняя митохондриальная мембрана

- Белки переносчики.

- Насосы.

- Дыхательная цепь:

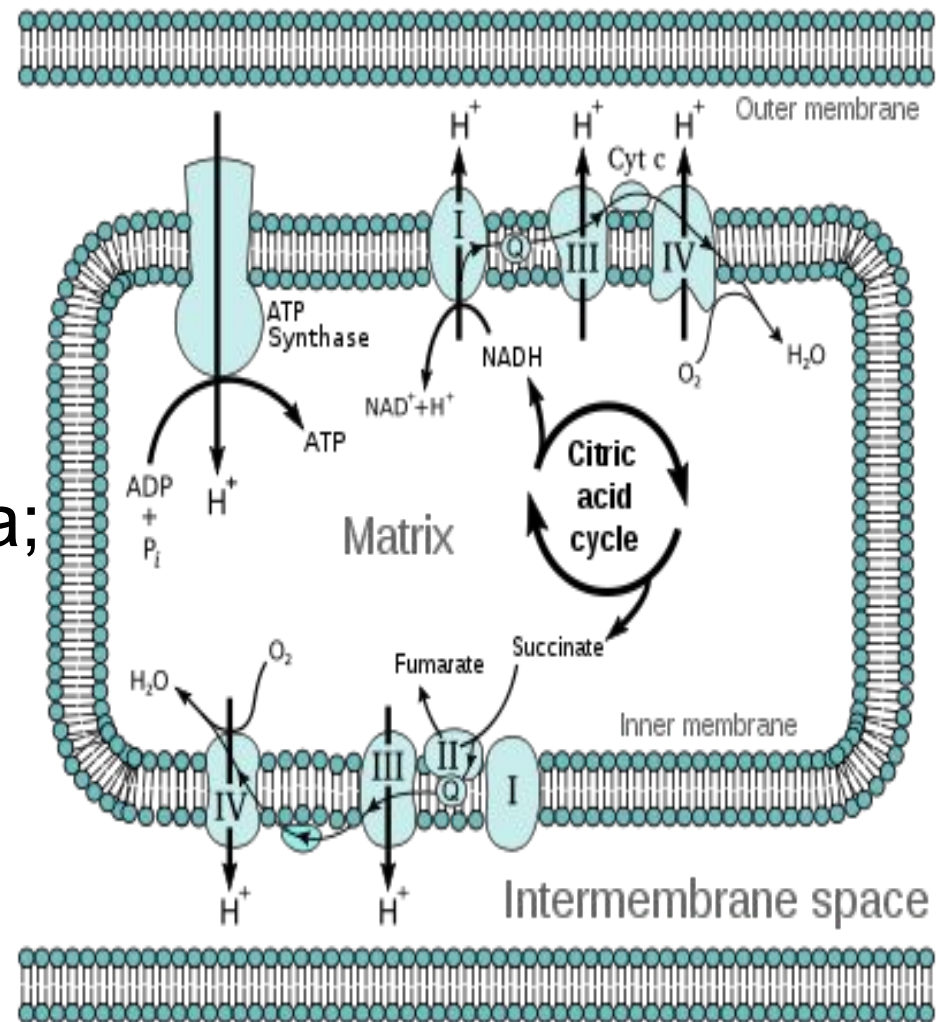
I. NADH-дегидрогеназа;

II. Сукцинатдегидрогеназа;

III. КоQH<sub>2</sub>-дегидрогеназа;

IV. Цитохромоксидаза;

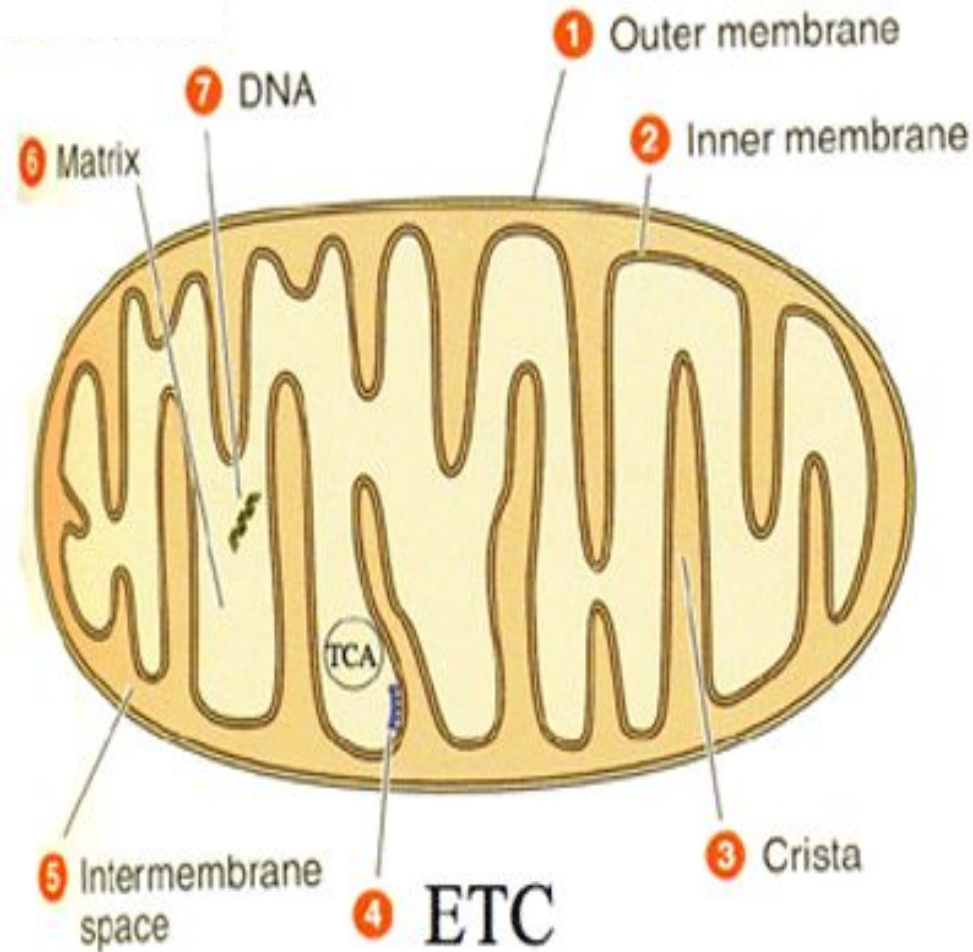
V. АТФ-синтаза.



# Кристы

- складки внутренней мембраны, толщиной 20 нм, на которых расположены оксисомы, представляющие собой F1-частицы АТФ-синтазы.

F0-частица - трансмембранный белковый комплекс.



# Терморегуляторная функция МИТОХОНДРИЙ

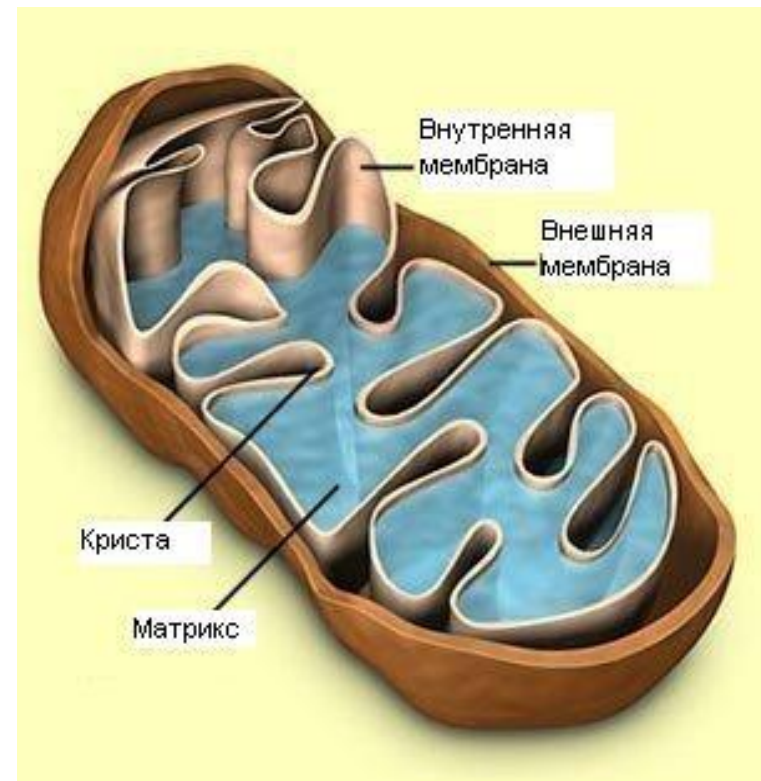
На синтез АТФ расходуется  $\approx$  40-45% энергии электронов, переносимых по ЦПЭ. 25% тратится на активный транспорт веществ через внутреннюю мембрану митохондрий. Остальная часть энергии рассеивается в виде тепла и поддерживает температуру тела постоянной.

Адиipoциты бурой жировой ткани содержат большое количество митохондрий. 10% белков внутренней мембраны их митохондрий приходится на термогенин. Термогенин является антипортером АТФ/АДФ, а также транспортером анионов жирных кислот.

# Митохондриальный матрикс

Коллоидный раствор, в котором находятся митохондриальные рибосомы, ДНК, гранулы, а также ионы, нуклеиновые кислоты, полисахариды, липиды, белки, витамины и др.

В матриксе содержится большинство ферментов цикла Кребса, цикла синтеза мочевины,  $\beta$ -окисления жирных кислот, белкового синтеза.





# Митохондриальные рибосомы

Белки рибосом лишь частично синтезируются в самой митохондрии. Они мельче, чем рибосомы эукариот и прокариот (55S).

Отличаются количеством и составом рРНК и белков.



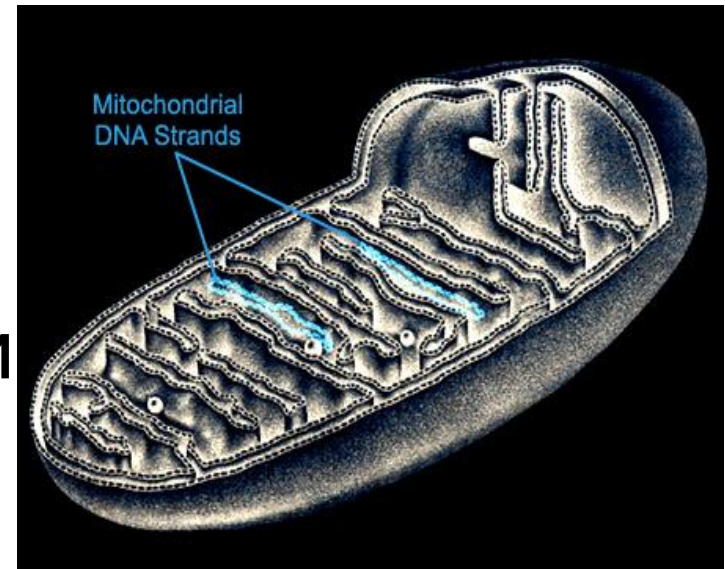
# Митохондриальные гранулы

Частицы диаметром 20-50 нм,  
образованные солями Са, Mg и другими  
двухвалентными катионами.

Функция гранул заключается в  
депонировании ионов кальция.

# Митохондриальная ДНК (мтхДНК)

В каждой митохондрии имеется 2-20 молекул. Имеет строение замкнутой (кольцевой) двойной спирали и характеризуется низким содержанием некодирующих последовательностей, особенностями генетического кода и отсутствием связи с гистонами. Репликация мтхДНК происходит вне зависимости от репликации ядерной ДНК.



# Митохондриальный геном («47 хромосома»)

Обеспечивает синтез  $\approx 5\%$  митохондриальных белков (белки электронтранспортной цепи и некоторые ферменты синтеза АТФ). Синтез остальных необходимых белков кодируется ядерной ДНК, которые транспортируются в неё через мембраны. Содержит 37 генов. мтхДНК также кодирует рРНК и тРНК.

Наследование происходит по материнской линии.

# Жизненный цикл митохондрий

Митохондрии функционируют  $\approx 10$  суток, так как постоянно подвергаются окислительному стрессу (образуют большое количество биоокислителей при транспорте электронов)

Разрушение происходит путем аутофагии, за счет образования аутофагосом и последующим их слиянием с гидролазными пузырьками с формированием аутофаголизосом.

# Образование митохондрий

Новые митохондрии образуются в результате деления предшествующих:

- Перешнуровка;
- Почкование;

Делению митохондрий предшествует репликация мтхДНК и увеличение количества рибосом.



# Происхождение митохондрий

- 5. Ядро;
- 6. Митохондрия;
- 7. Хлоропласт.



A large, diverse collection of food items is arranged in a circular pattern on a white background. The items include various fruits like apples, oranges, grapes, and strawberries; vegetables such as broccoli, carrots, and bell peppers; grains and breads like rice, pasta, and a pizza; meats including chicken, fish, and beef; and sweets like donuts, ice cream cones, and cookies. The text "Благодарю за внимание!" is overlaid in the center of the arrangement.

**Благодарю за внимание!**