

Аппарат Гольджи — это стопка из плоских мембранных цистерн, в каждой из которых — свой набор ферментов. Коатомерные пузырьки вливаются в цистерну на цис-стороне. Их содержимое проходит через все цистерны с помощью пузырькового транспорта и затем в составе транспортного пузырька выходит из транс-цистерны.

Цис-сторона



Транс-сторона

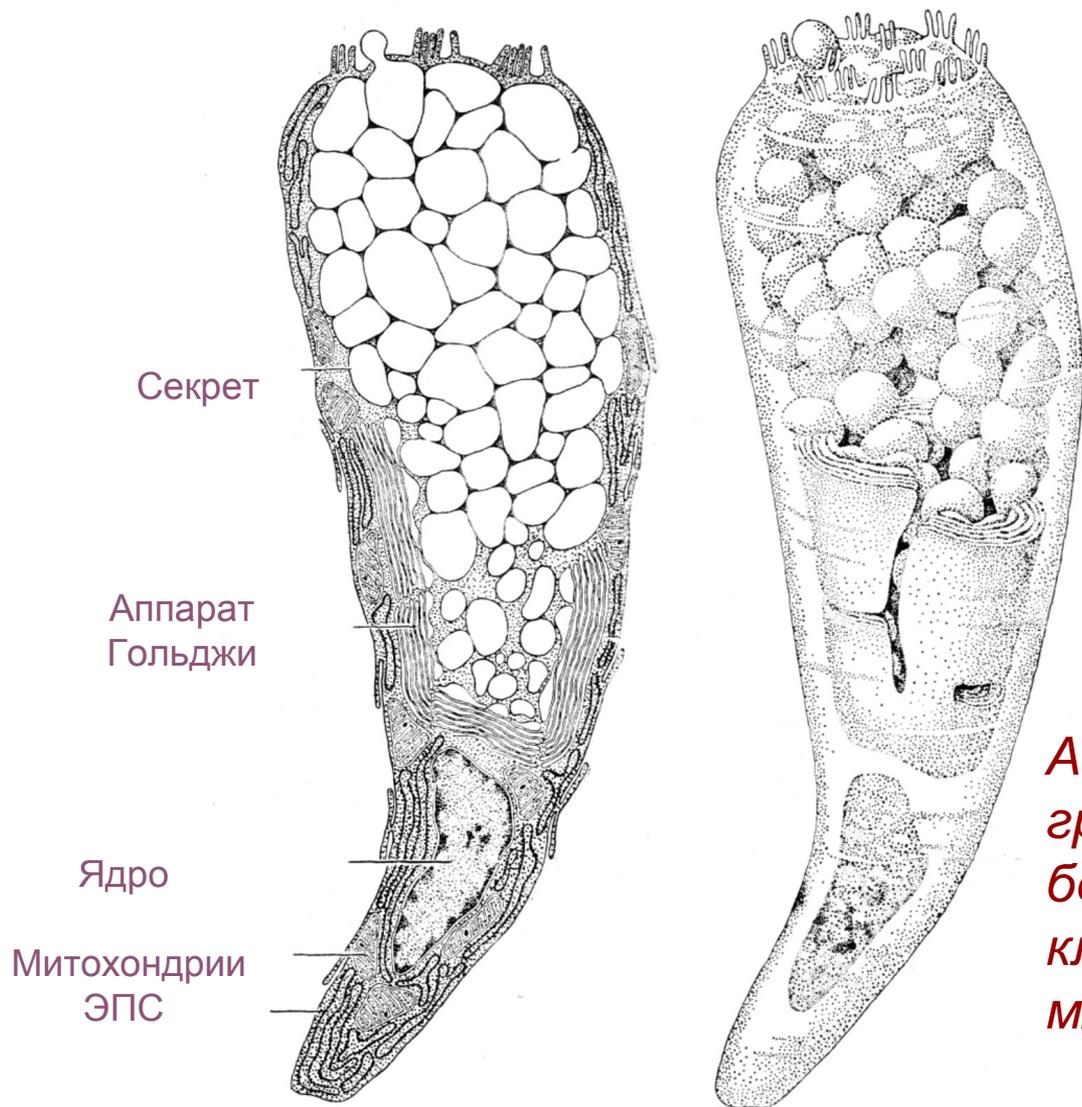


*Диктиосомы
аппарата
Гольджи*



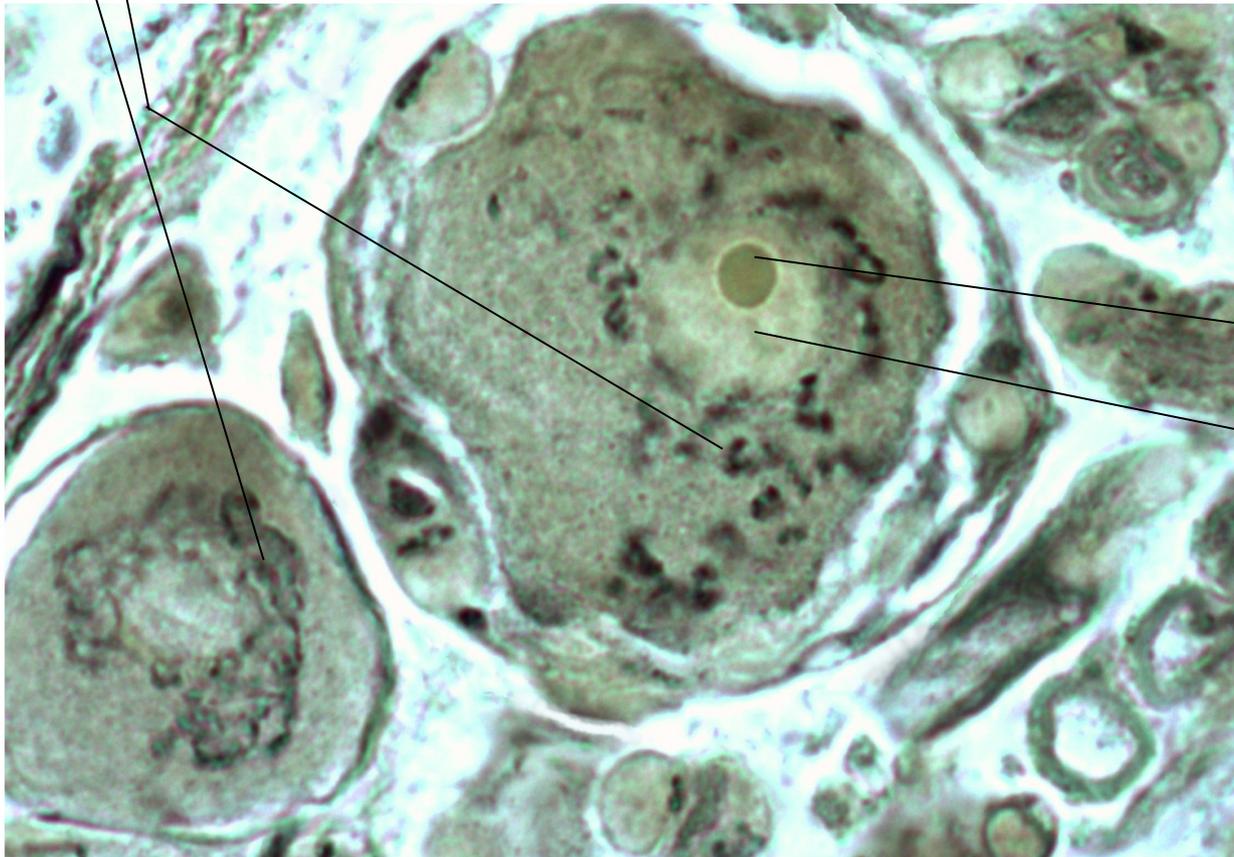
*Аппарат Гольджи
инфузории с плотным
материалом
между цистернами*

Стопка цистерн аппарата Гольджи может быть одна или их может быть много, Тогда их называют: «диктиосомы аппарата Гольджи» .



Аппарат Гольджи и гранулы секрета в бокаловидной клетке кишечника млекопитающего

Мембраны аппарата Гольджи в нервных клетках
спинального ганглия млекопитающего

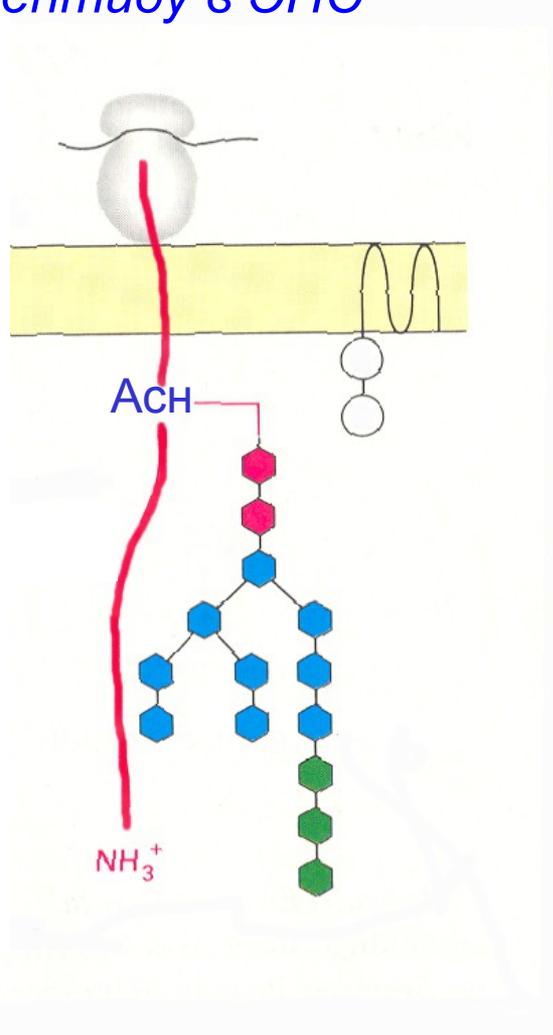


Ядрышко

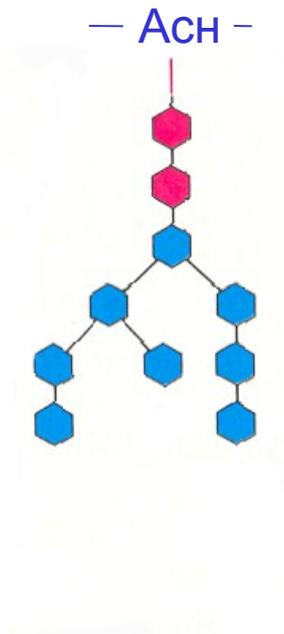
Ядро

Перед отправлением в аппарат Гольджи происходит частичное дегликозилирование гликопептида.

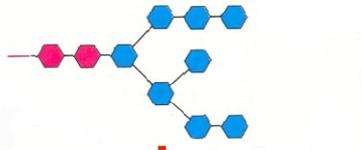
Такой олигосахар пришивается к полипептиду в ЭПС



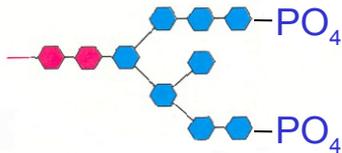
С таким сахаром полипептид выходит из ЭПС и в коатомерном пузырьке переносится в аппарат Гольджи.



Олигосахариды в составе ферментов будущих лизосом получают фосфатные группы. Они пришиваются к маннозам.



Фосфорилирование маннозы

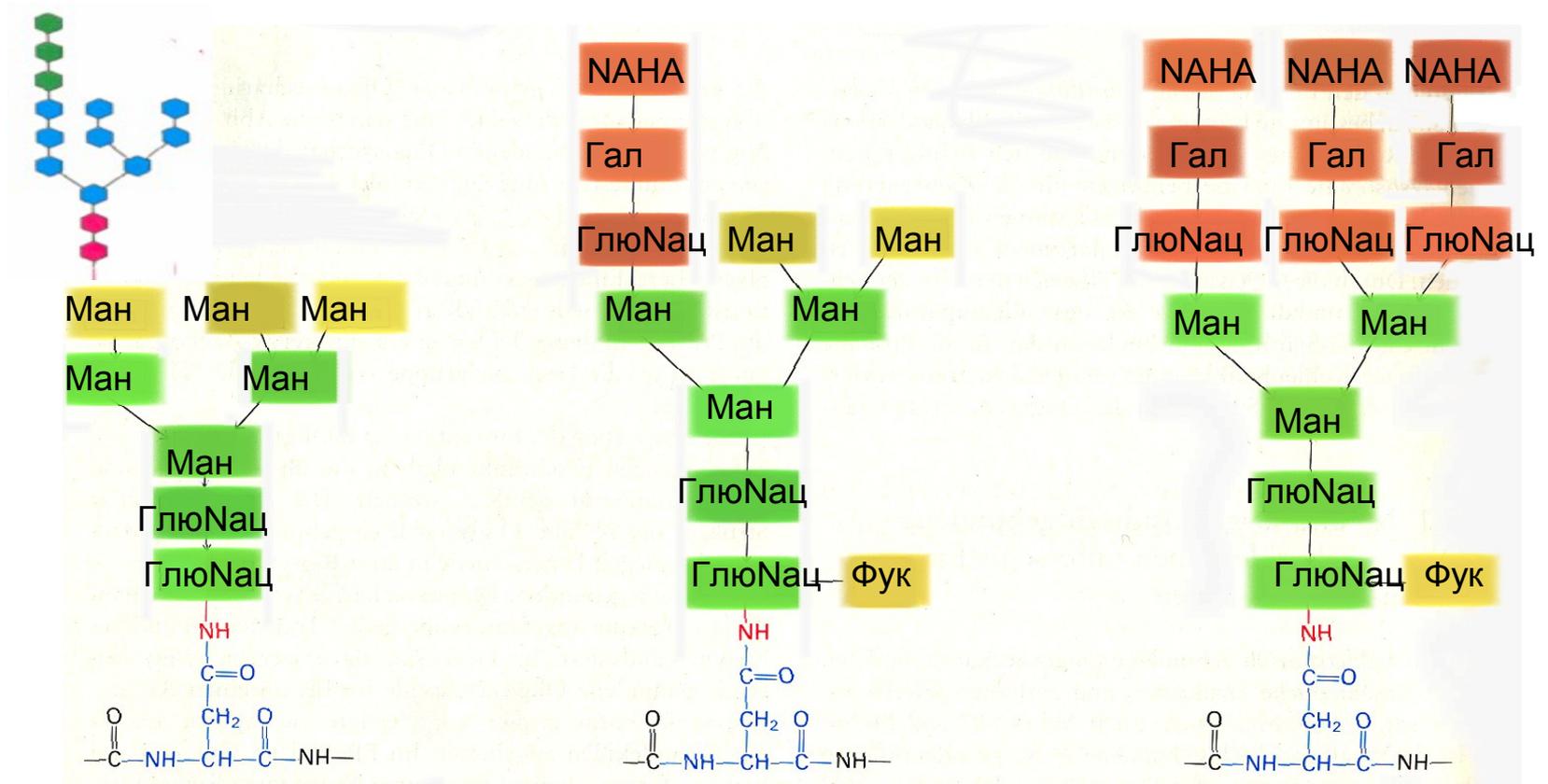


С такими сахарами гликопептиды проходят через все цистерны аппарата Гольджи, присоединяются к рецепторам, попадают в клатриновые пузырьки и затем
- в **ЛИЗОСОМЫ**

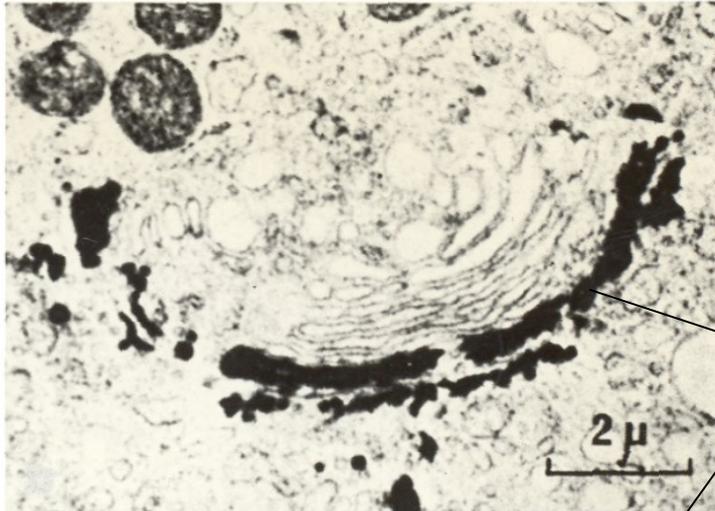
Гликопептиды секрета и внеклеточного вещества в аппарате Гольджи модифицируются иначе.



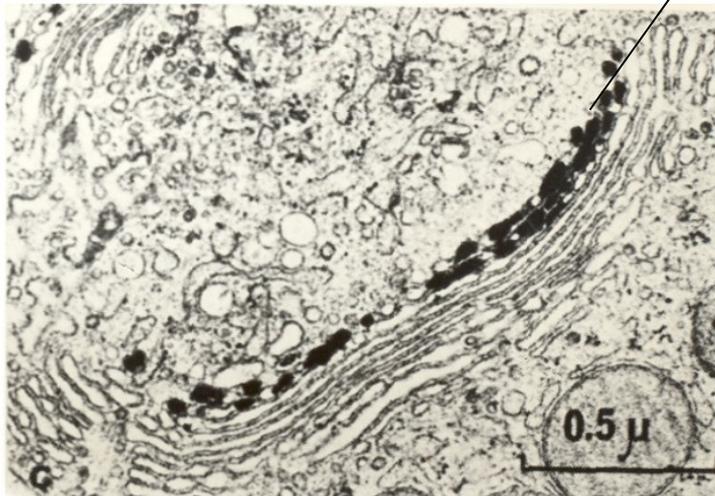
В разных клетках у различных гликопептидов олигосахара могут отличаться



**Различные цистерны
аппарата Гольджи
содержат разные
ферменты**



Маркеры на разные ферменты в аппарате Гольджи (разные срезы одной клетки)



Гладкая
эндоплазматическая сеть
— трубчатая, без
рецепторов для рибосом



Секреторная
гранула

Аппарат
Гольджи

Гладкая ЭПС

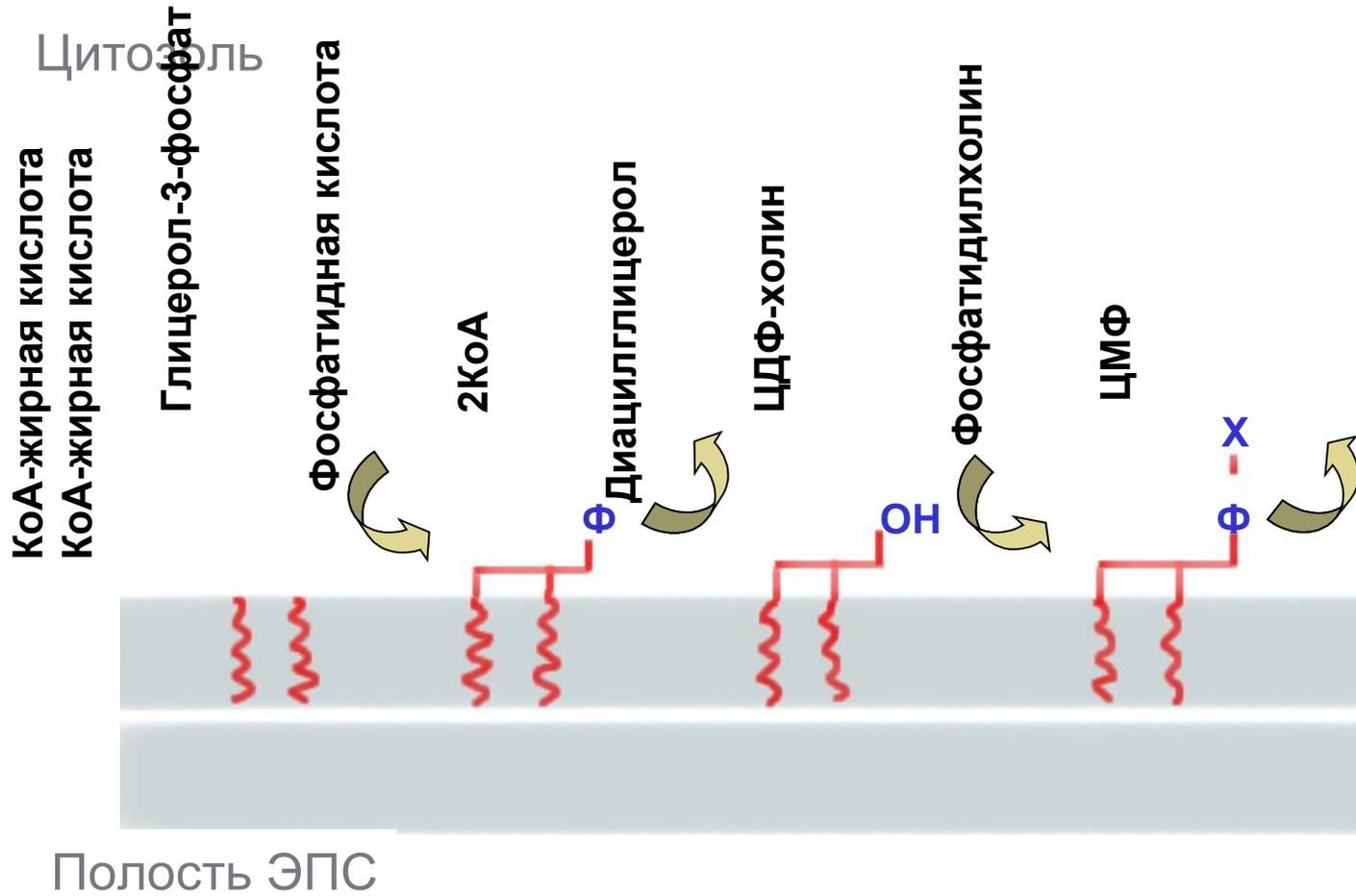
Шероховатая
ЭПС

0.5 μm

На мембранах гладкой ЭПС происходит:

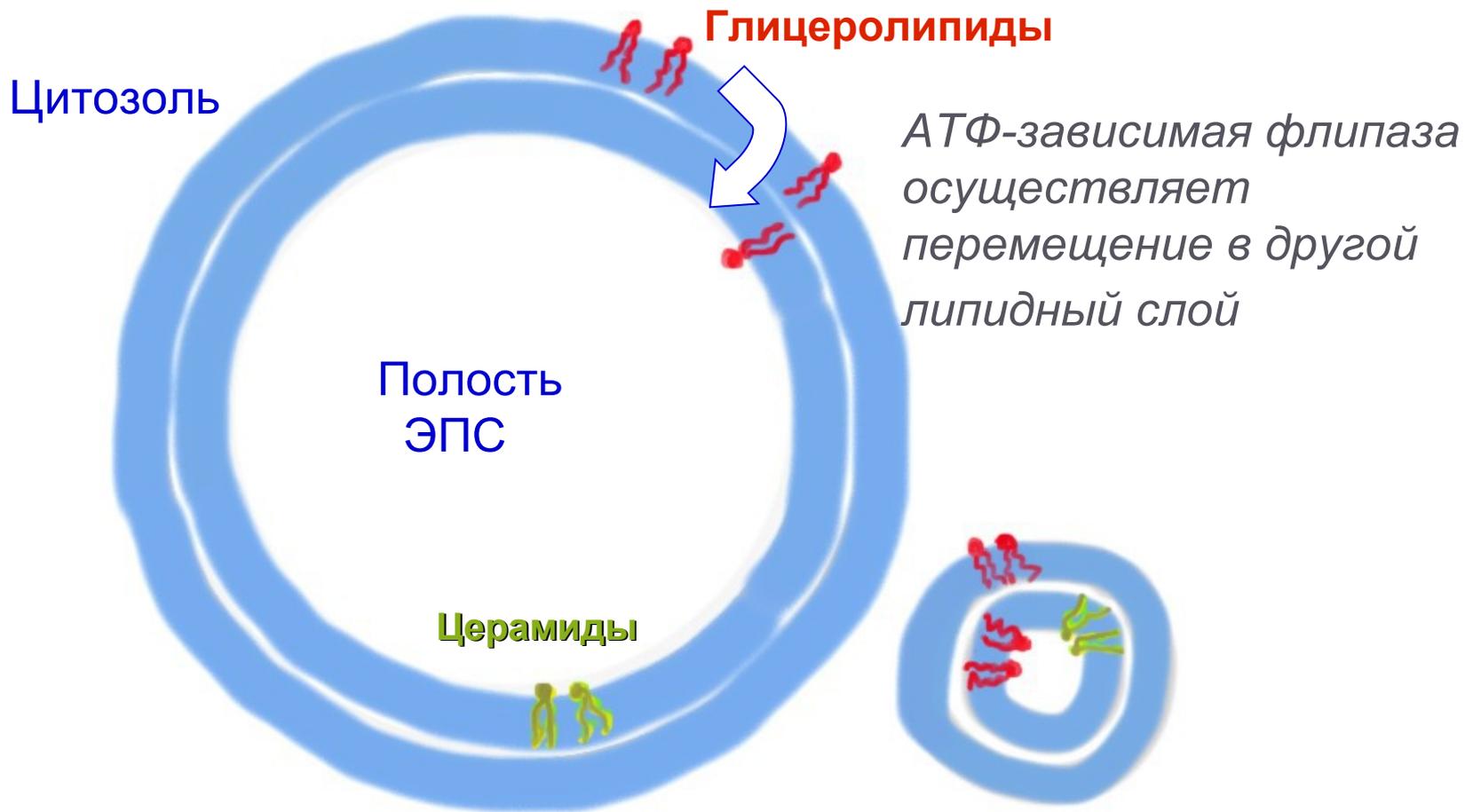
1. Синтез глицеролипидов и церамида
2. Синтез липопротеинов на экспорт
3. Детоксикация ксенобиотиков и метаболитов (Цитохром P₄₅₀)

Синтез липидов на мембране ЭПС



В гладкой ЭПС на стороне, обращенной в цитозоль, идет синтез фосфолипидов.

На стороне, обращенной в полость ЭПС синтезируются сфинголипиды



Церамиды остаются во внутреннем слое мембраны.

Синтезированные в гладкой ЭПС липиды

перемещаются путем диффузии в мембраны шероховатой ЭПС и ядерные мембраны

с помощью белков-переносчиков поступают в мембраны митохондрий, пластид, пероксисом

в составе мембран транспортных пузырьков - в аппарат Гольджи, лизосомы, плазматическую мембрану

Эндосомы. Лизосомы. Мультивезикулярные тельца. Секреторные гранулы.

Эндоцитоз выполняет несколько функций:

- Поступление питательных веществ.
- Обновление компонентов внеклеточного вещества
- Регуляция количества и состава белков плазматической мембраны, например, переносчиков низкомолекулярных веществ или рецепторов.
- Восстановление состава плазматической мембраны после экзоцитоза.

Существуют различные механизмы эндоцитоза

- Эндоцитоз пузырьков размером 200нм и больше осуществляется выпячиванием плазматической мембраны с участием **актиновых филаментов**.
- С помощью **клатрина** формируются пузырьки диаметром 100-200нм.
- Более мелкие пузырьки создаются с помощью белка **кавеолина** или без специальных белков.

Наиболее изученный вариант эндоцитоза – с помощью клатриновых пузырьков

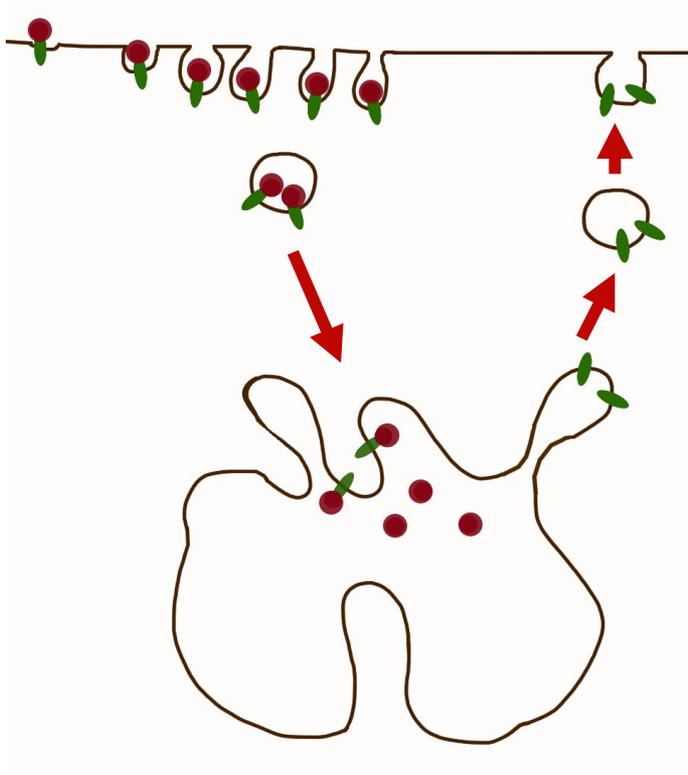
Окаймленные ямки



ЦИТОЗОЛЬ

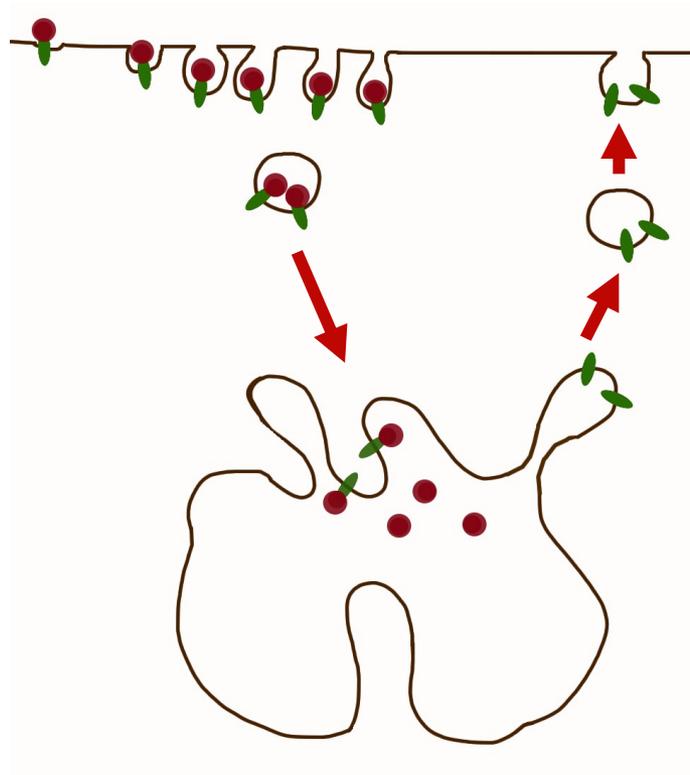
Клатриновые пузырьки отщепляются, теряют клатриновую оболочку и сливаются с ранними эндосомами.

Ранние эндосомы имеют сложную форму с отростками. В них поддерживается рН **6,4-6,8**. При таких значениях связь между **рецептором** и лигандом разрушается.



Ранние эндосомы имеют сложную форму с отростками. В них поддерживается рН **6,4-6,8**. При таких значениях связь между **рецептором** и лигандом разрушается.

Рецепторы собираются в мембране отростков, отщепляется транспортный пузырек, и рецепторы возвращаются в плазматическую мембрану.



Эндосома вступает на путь **созревания**.

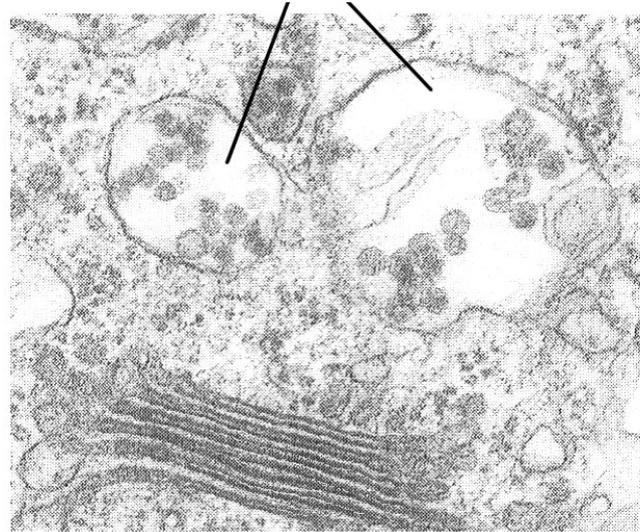
Ранняя эндосома превращается (созревает) в **позднюю эндосому** в результате возврате рецепторов в плазматическую мембрану.

Поздняя эндосома созревает в **лизосому** в результате наполнения ее гидролазами, которые приносят транспортные пузырьки из аппарата Гольджи.

Созревание ранних эндосом в поздние эндосомы и затем в лизосомы сопровождается их перемещением по микротрубочкам с периферии клетки в околоядерное пространство.

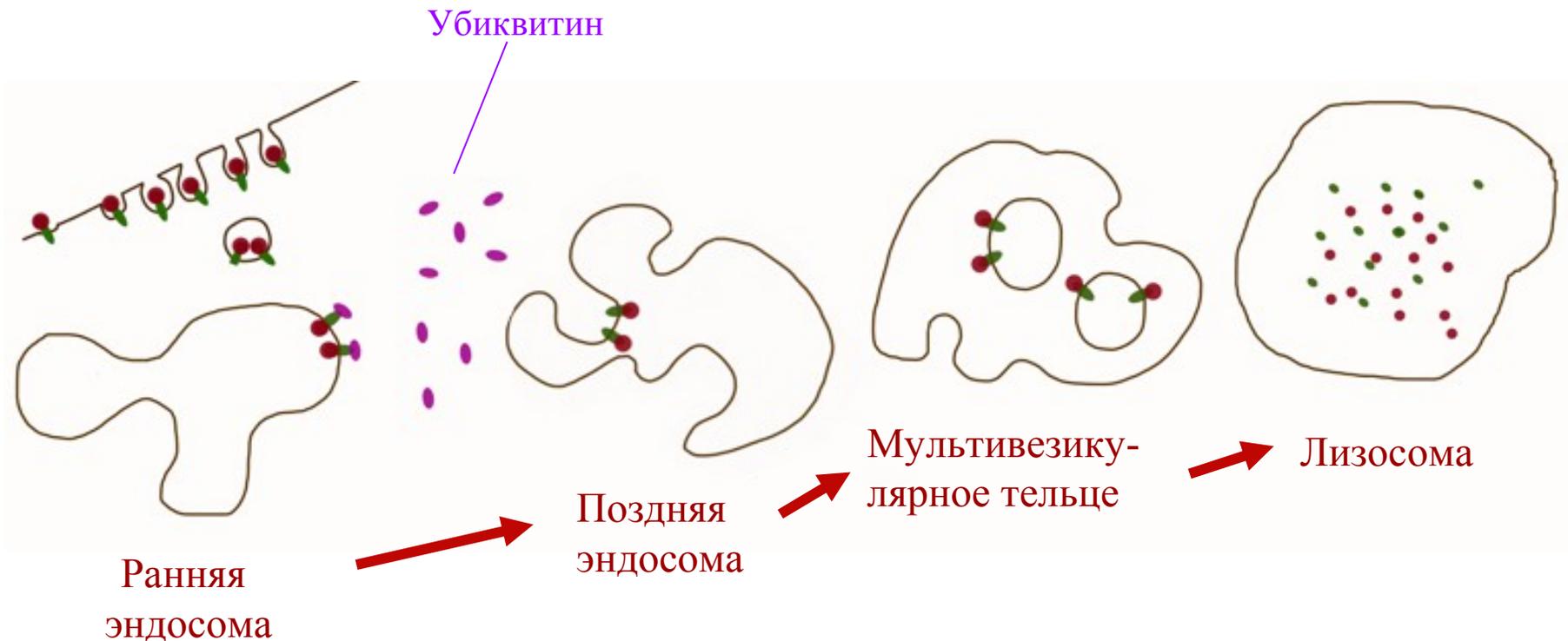
Некоторые рецепторы, собранные в клатриновые пузырьки, подлежат уничтожению. Они не возвращаются в плазматическую мембрану, а переходят в поздние эндосомы и затем в лизосомы, где деградируют. На этом пути они образуют мультивезикулярные тельца.

Мультивезикулярные тельца



500 нм

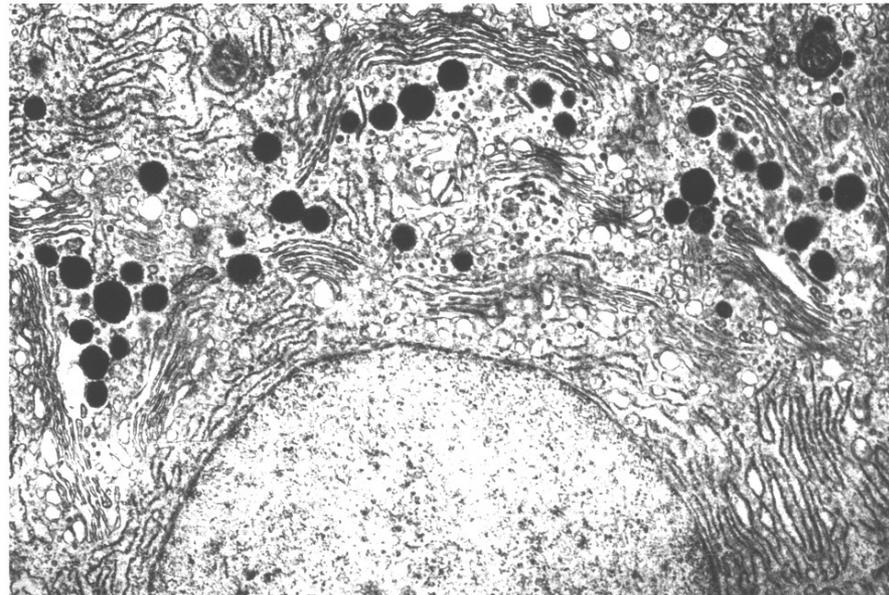
Образованию мультивезикулярных телец предшествует присоединение **убиквитина** к рецептору. Убиквитиновую метку узнают специальные белки, которые отсоединяют убиквитин от рецептора и вызывают инвагинацию мембраны эндосомы.



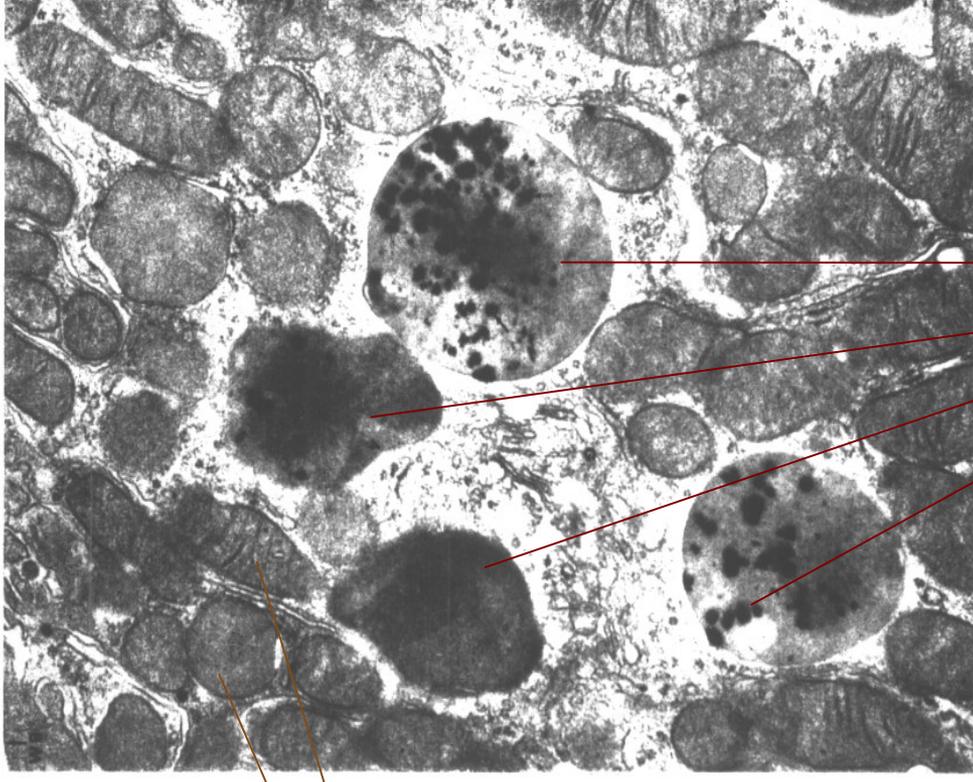
Лизосомы

Диаметр лизосом — около 500 нм. Их можно увидеть в световой микроскоп после окрашивания на одну из гидролаз.

Лизосомы в нервной клетке.
Окраска на кислую фосфатазу с докрасшиванием ядер

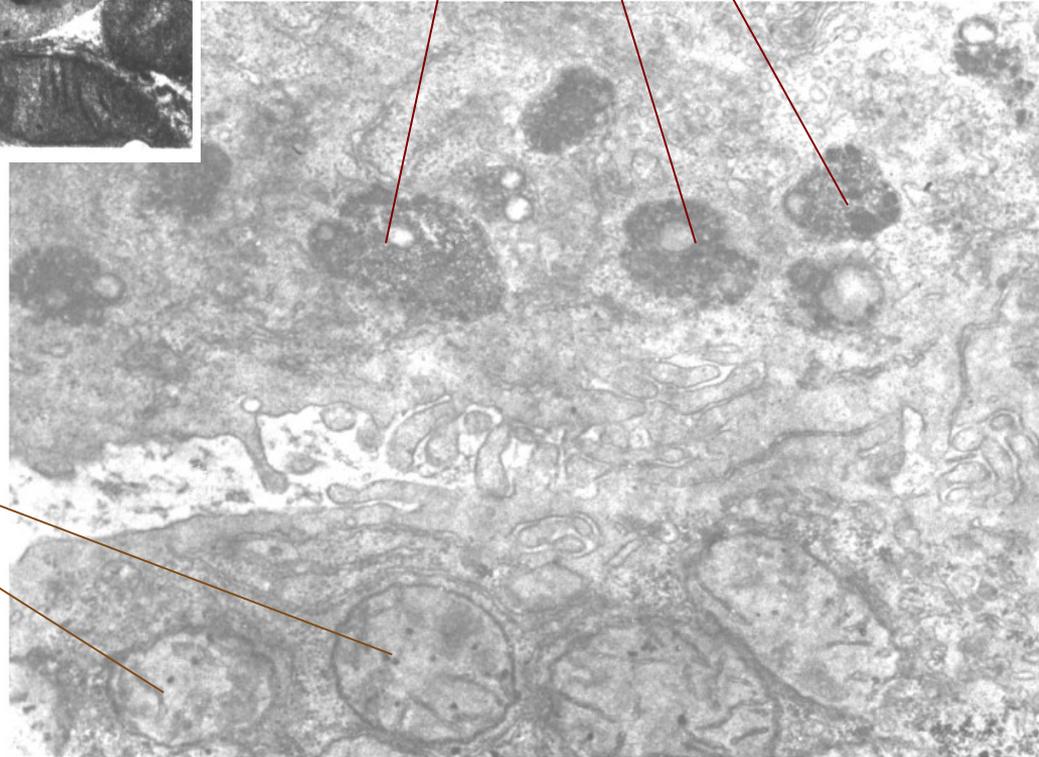


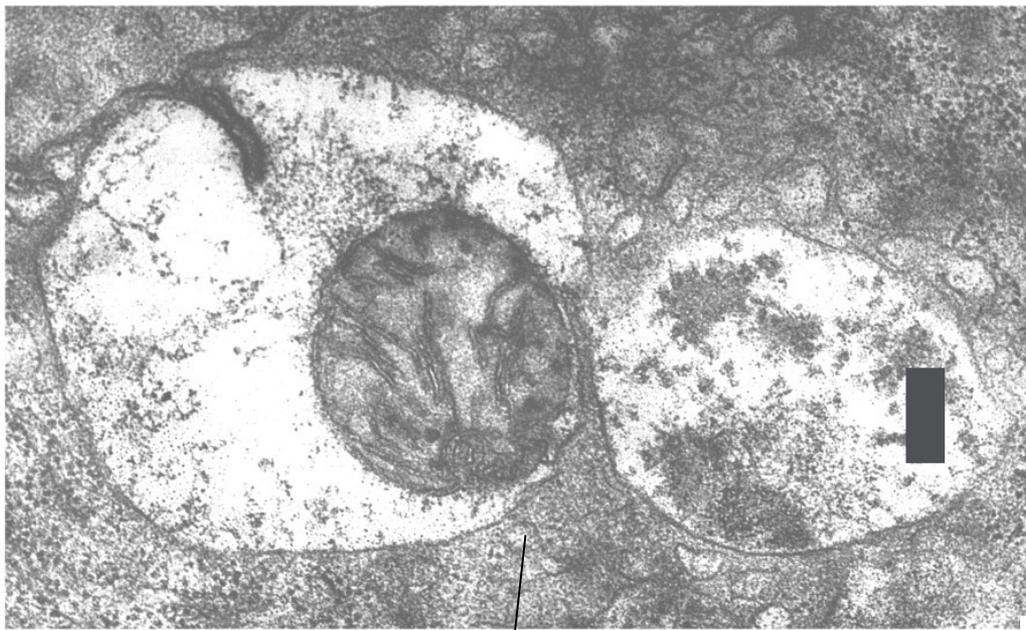
То же при бОльшем увеличении



Лизосомы

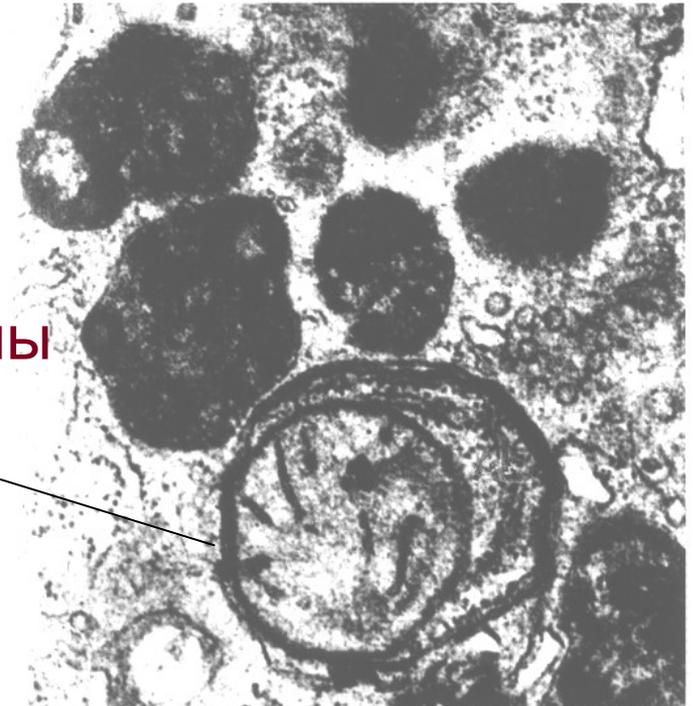
Митохондрии



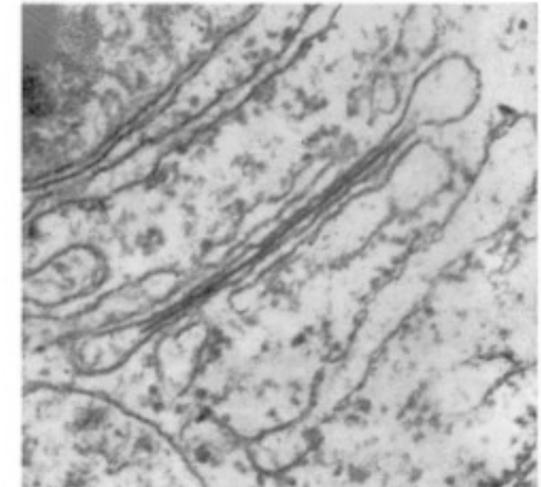
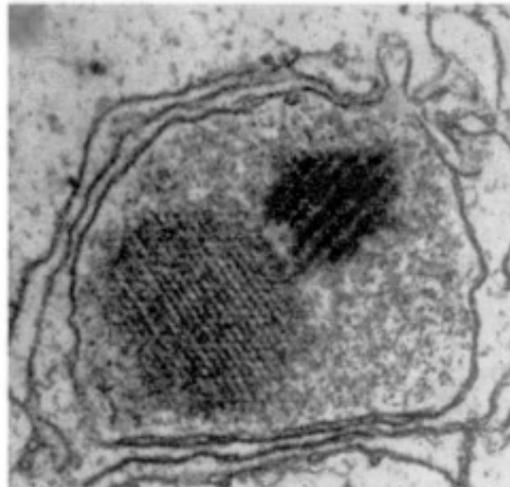
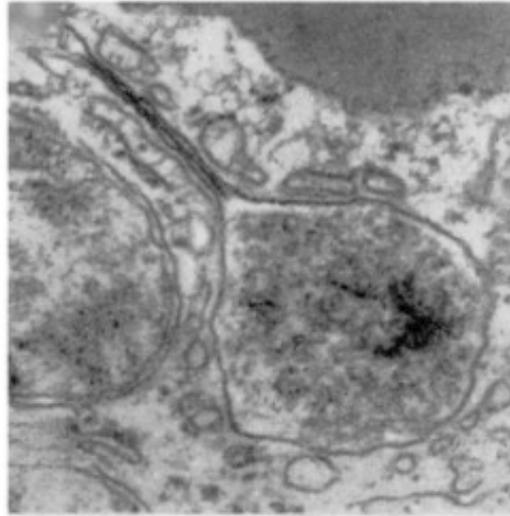


Мембрана ЭРС окружает участок цитоплазмы, подлежащий уничтожению. Образуется автофагосома, которая сливается с лизосомой, содержащей гидролазы.

В аутофагосомах происходит расщепление участков цитоплазмы до низкомолекулярных веществ.



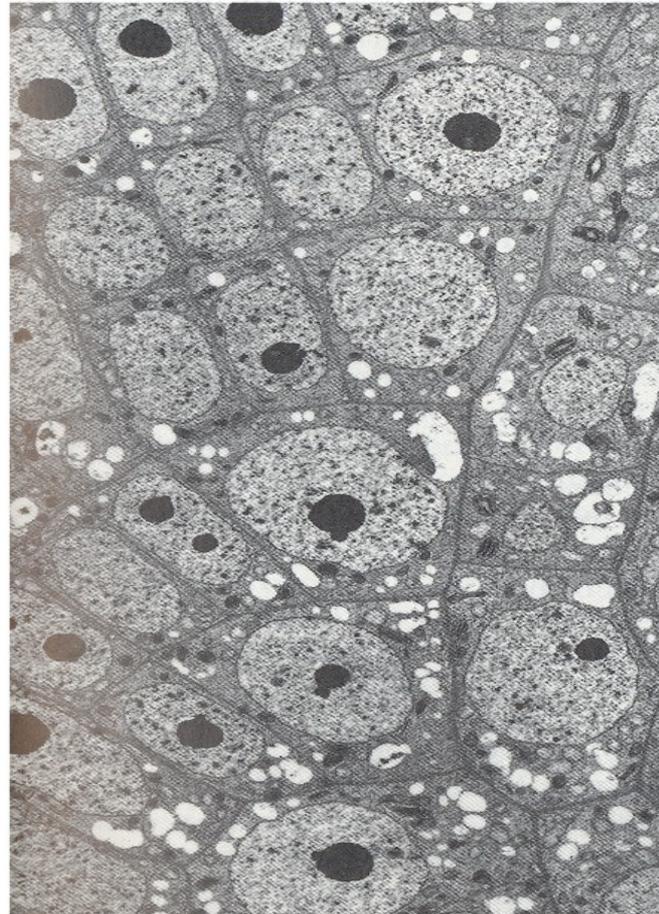
Пероксисомы, или микротельца, это мембранные структуры размером около 500 нм, внутри их часто обнаруживают кристаллоподобные структуры.



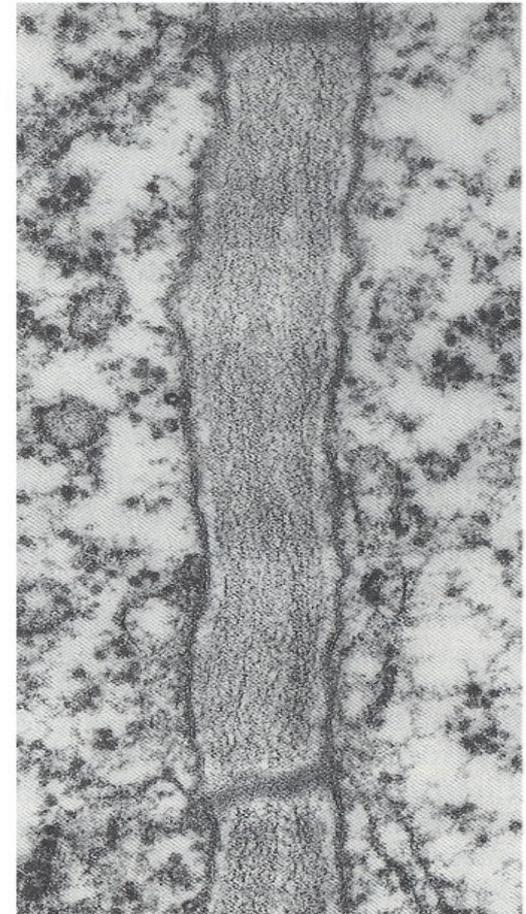
Лизосомы (вакуоль) и пероксисомы

	<u>Лизосомы</u>	<u>Пероксисомы</u>
Состав ферментов (гидролаз)	Нуклеазы Протеазы Липазы Гликозидазы Сульфатазы и др.	Оксидазы D-аминокислот Уратоксидазы Каталазы-пероксидазы
Основные функции	Аутофагия Гетерофагия	Окисление спиртов, фенолов, формальдегида Утилизация O ₂ :
	<u>Вакуоль</u>	$RH_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2 + R$
	Хранение запасных белков, их расщепление Хранение метаболитов (антоцианов) Создание градиента H ⁺ и Na ⁺	Превращение липидов в сахара (глиоксисомы) Участие в «коллективных» процессах (фотодыхание, синтез холестерина и т.д.)

Клеточная стенка растений- внеклеточное вещество, окружающее все клетки растений. Она очень прочная. В состав клеточной стенки входят, полисахариды и гликопротеины

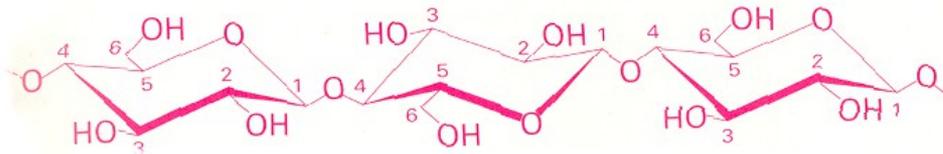


10 μm

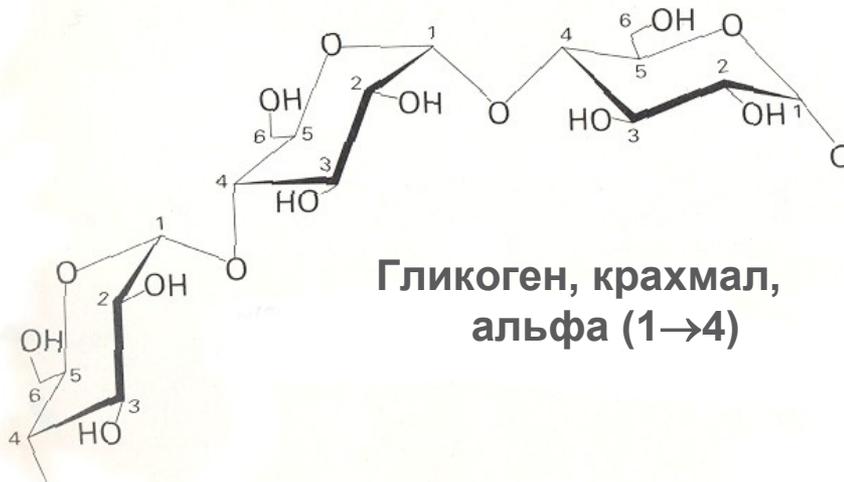


200 nm

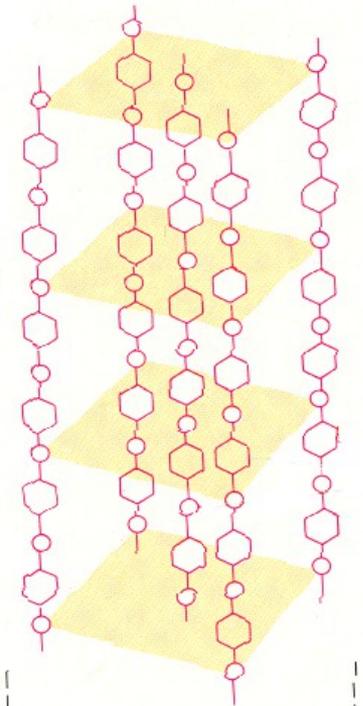
Основной компонент клеточной
стенки растений – **целлюлоза**.
Именно целлюлоза придает
прочность клеточной стенке.



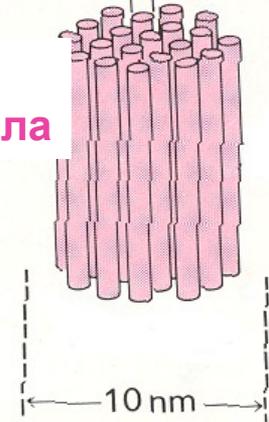
**Целлюлоза,
бета(1→4)**



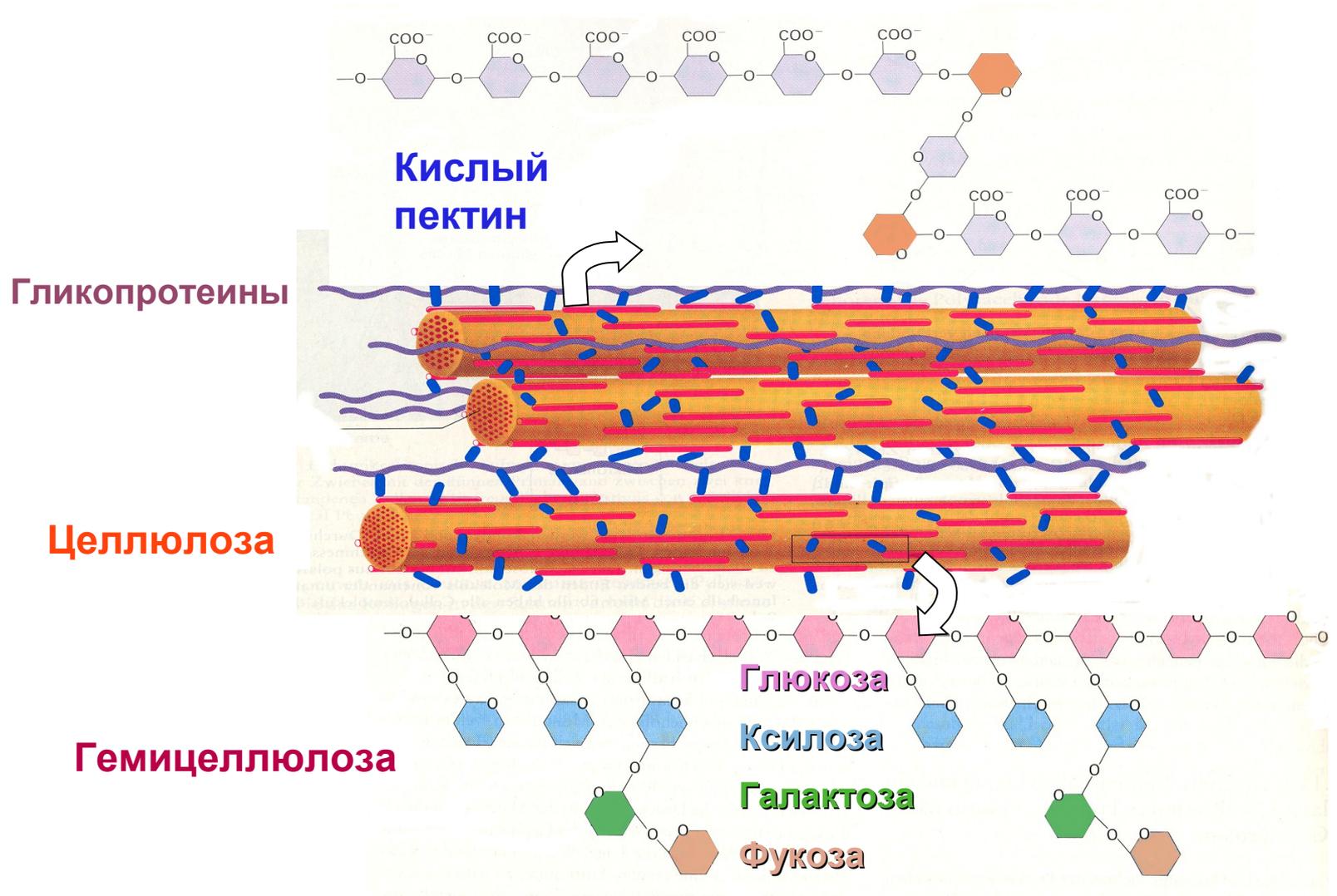
**Гликоген, крахмал,
альфа (1→4)**



**Целлюлозная
микрофибрилла**



Компоненты клеточной стенки растений: полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлозы, пектины) и гликопротеины.



Целлюлоза синтезируется во внеклеточном пространстве.
Направление движения синтезирующего фермента
определяют кортикальные микротрубочки, связанные с
ферментом интегральным белком.

Целлюлоза

Плазматическая
мембрана

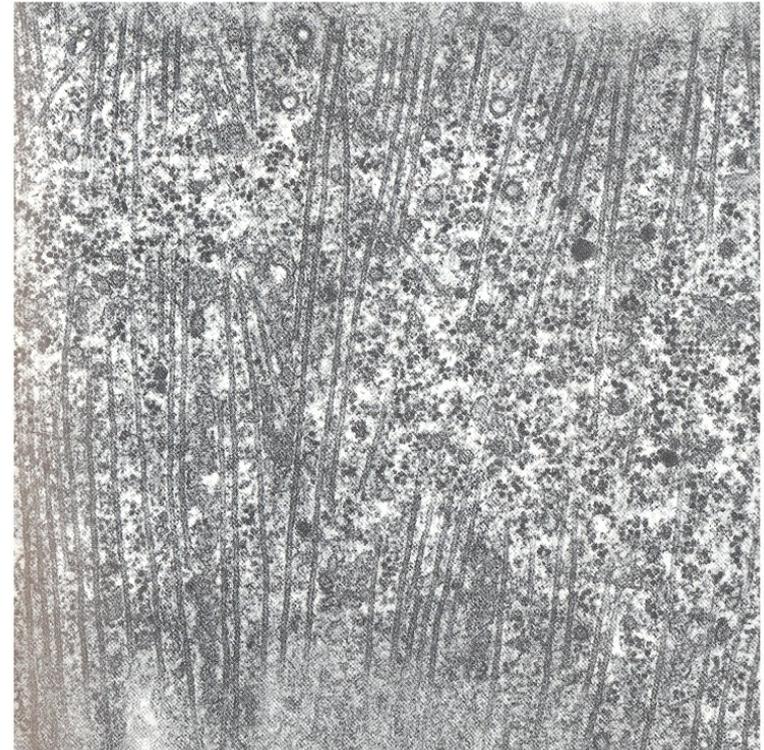
Комплекс
ферментов,
синтезирующих
целлюлозу

Микротрубочка

ЦИТОЗОЛЬ

Пектины, гемицеллюлозы образуются в аппарате Гольджи, пептидная часть гликопротеинов - в ЭПС, а их сахарная часть пришивается в аппарате Гольджи. К плазматической мембране все они транспортируются в составе пузырьков.

*Параллельные волокна
целлюлозы в клеточной стенке*



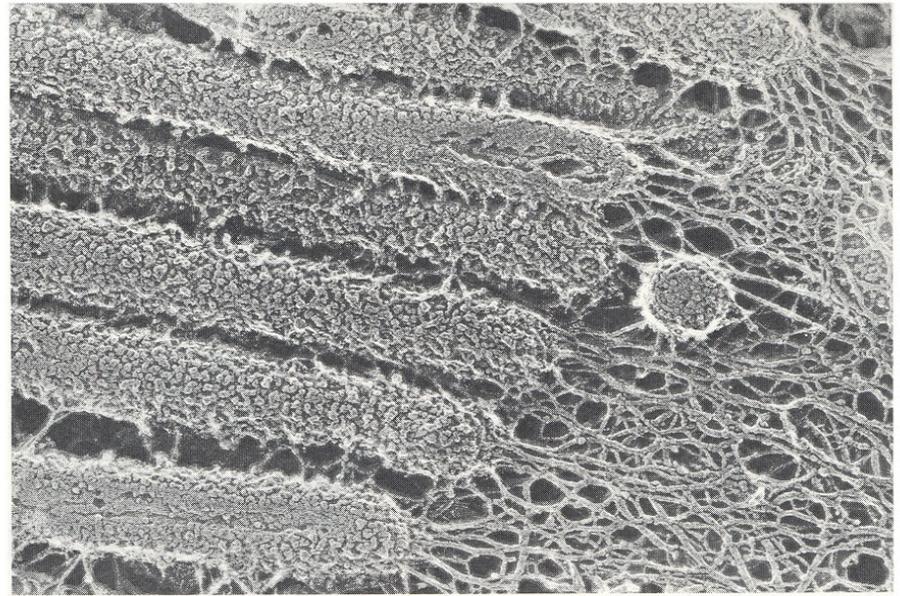
*Параллельные кортикальные
микротрубочки направляют
движение фермента,
синтезирующего целлюлозу.*

Внеклеточные образования животной клетки

Гликокаликс — Это часть интегральных белков, сахарная часть гликолипидов, некоторые поверхностные белки, т. е. та часть плазматической мембраны, которая выступает наружу за пределы липидного слоя.

Внеклеточный матрикс и базальная мембрана — это внеклеточное вещество, синтезированное в клетке и выделенное наружу путем экзоцитоза

Гликокаликс



Микроворсинки

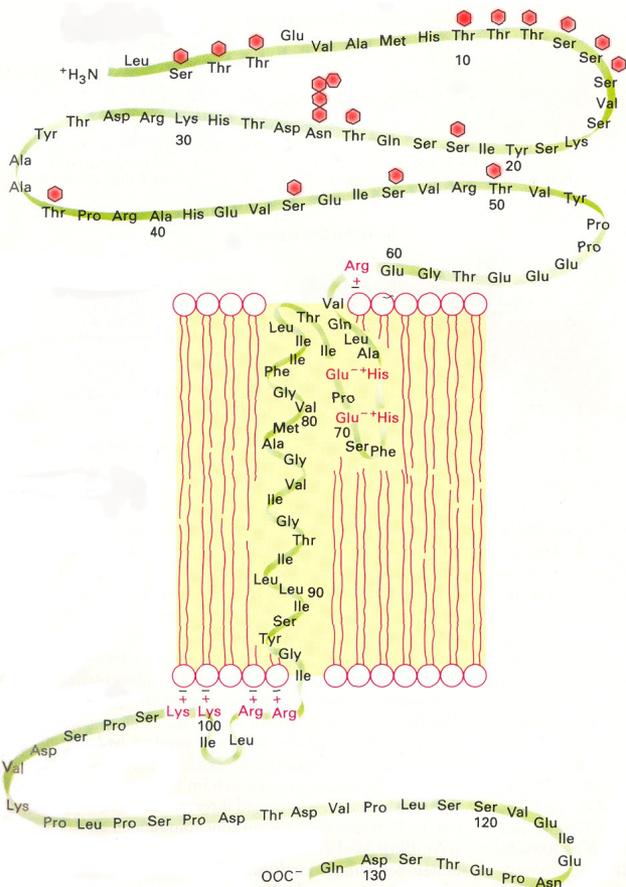
Гликокаликс

*Гликокаликс клеток эпителия
тонкого кишечника*

Гликокаликс - это трансмембранные, и поверхностные гликопептиды

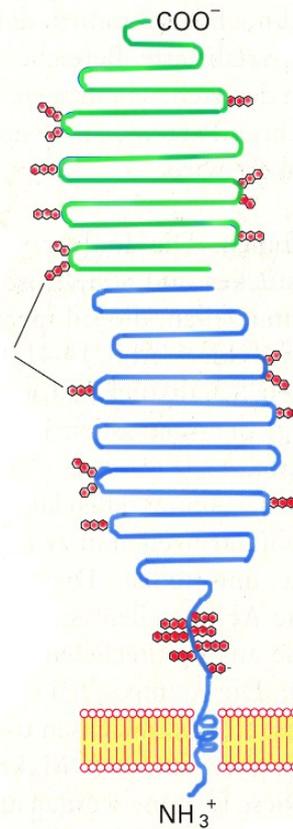
Гликофорин в мембране эритроцита

Гликокаликс



Мембрана

Фермент в просвете тонкого кишечника

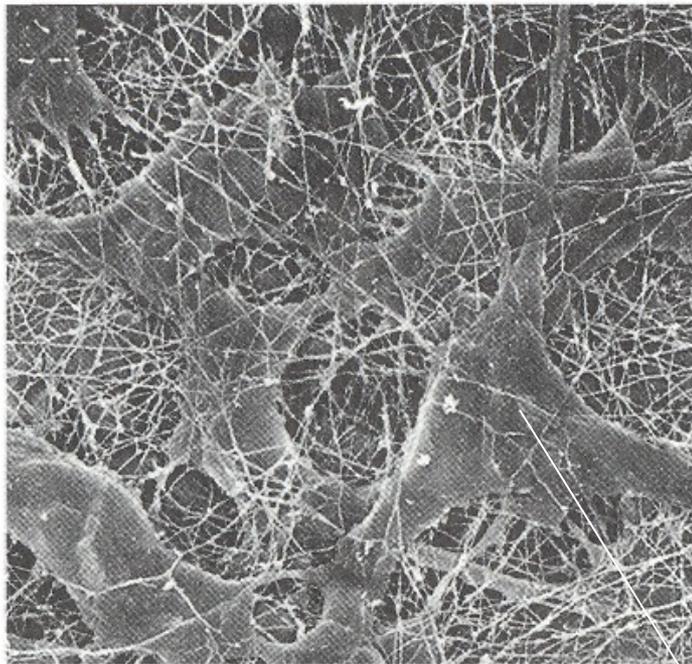


Г Л И К О К А Л И К С

ПМ

Цитозоль

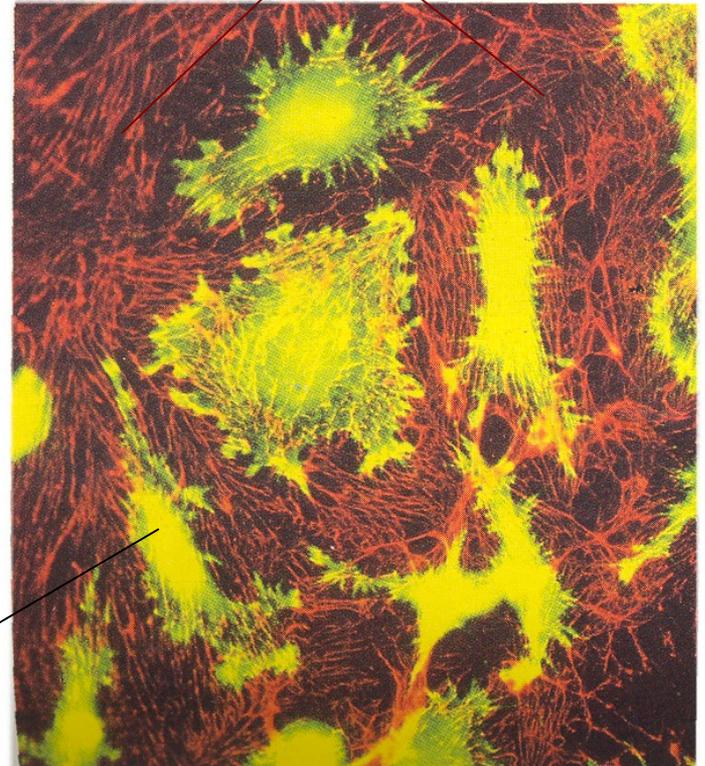
Внеклеточный матрикс составляет **основную массу** соединительной ткани



10 μm

Фибробласты

Коллагеновые волокна

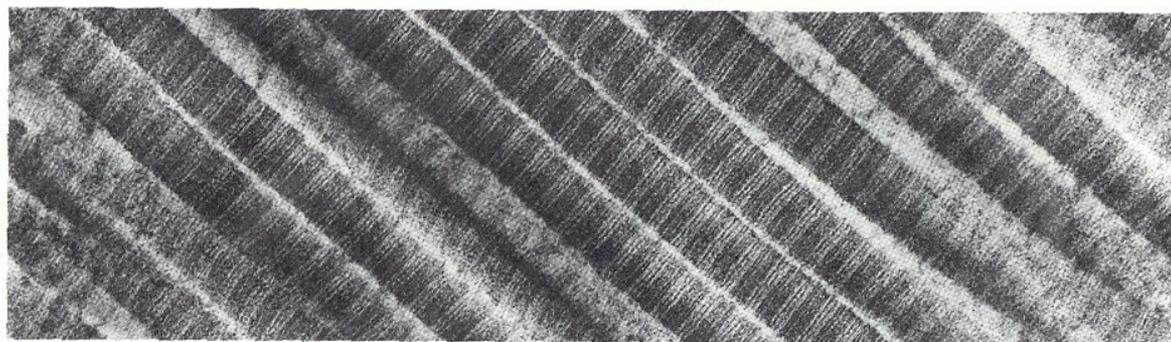
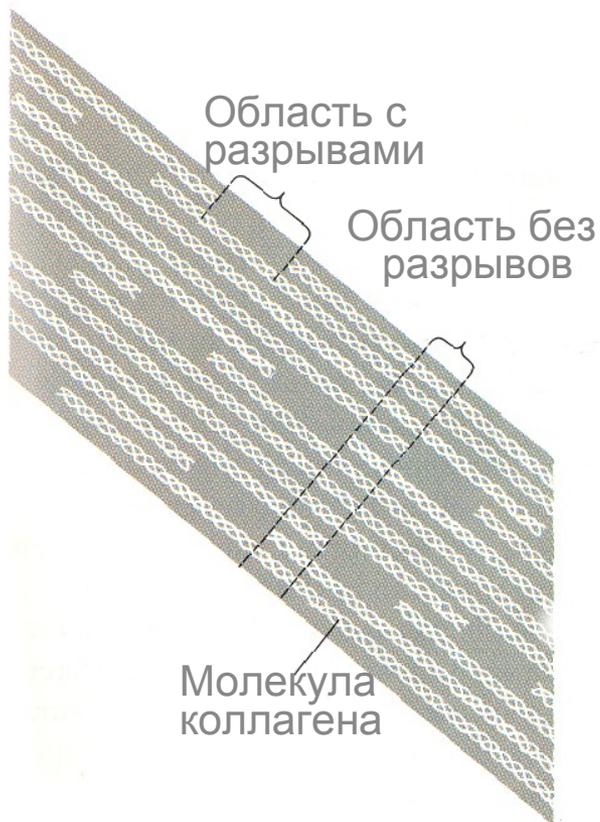


Основной состав внеклеточного матрикса

- Белки коллаген, эластин
- Белки фибронектин, ламинин и др.
- Протеогликаны
- Гиалуроновая кислота

Коллаген - основной белок внеклеточного матрикса млекопитающих. У человека этого белка больше всего.

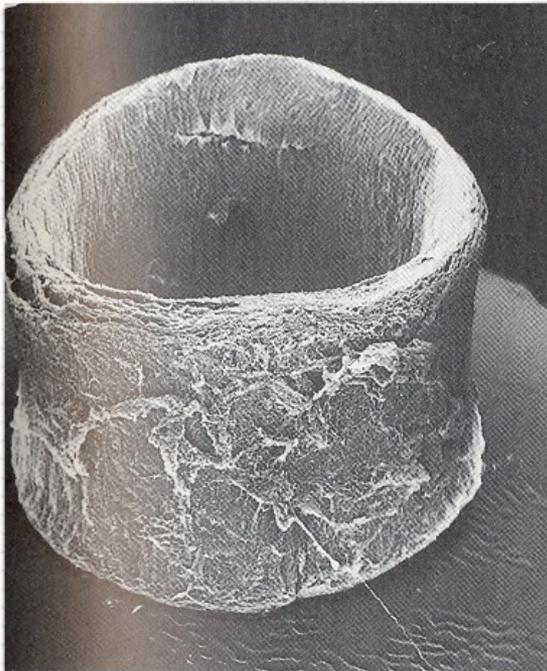
Коллаген сильно гидроксिलирован.



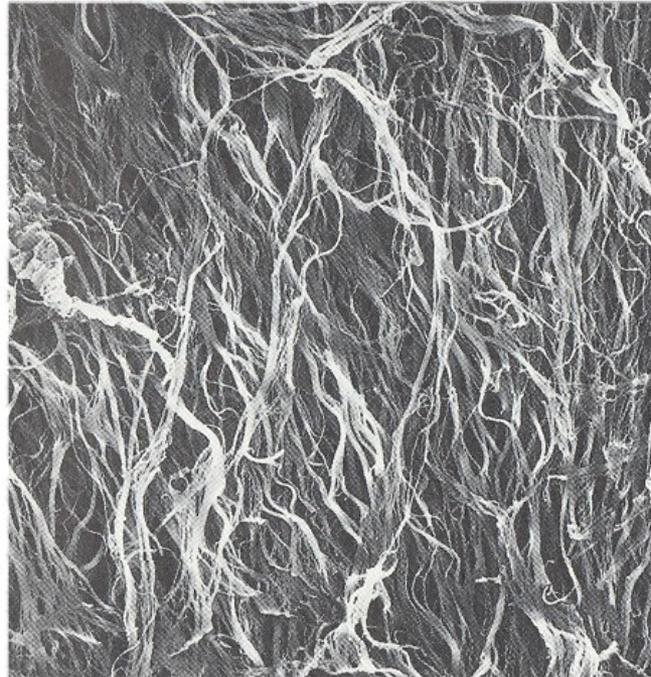
Коллагеновые фибриллы

Коллаген I типа (семейство более 25 генов)

Эластин – белок внеклеточного матрикса,
основной белок стенок кровеносных сосудов.
– В эластине гораздо меньше гидроксигликированы
аминокислотные остатки.

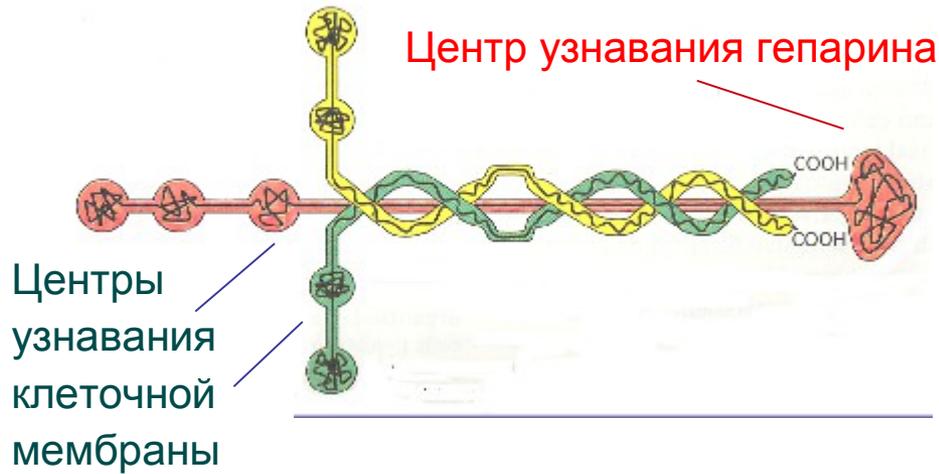


1 mm



100 μ m

Ламинин

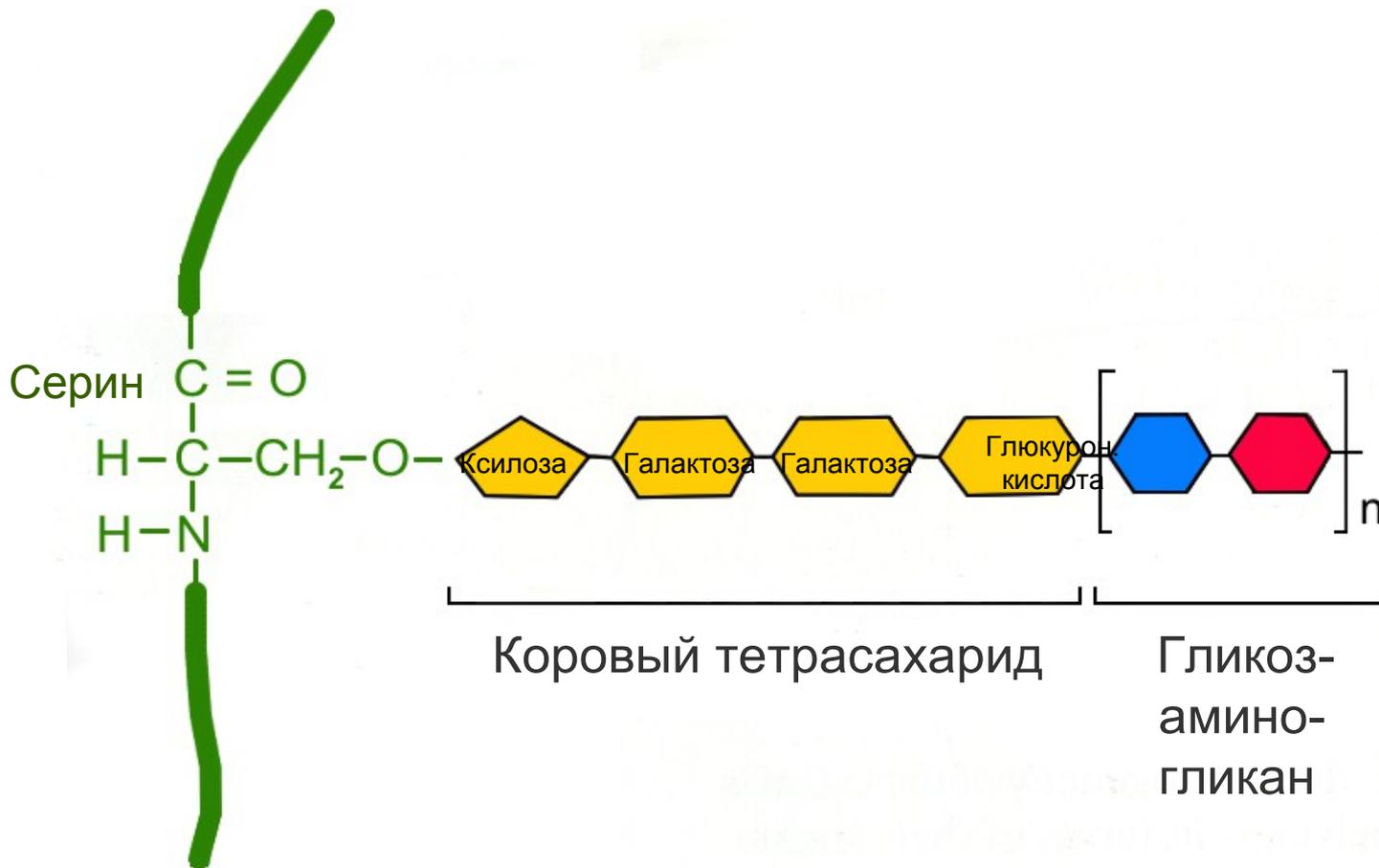


Ламинин и фибронектин связывают вещества внеклеточного матрикса с интегральными белками мембраны.

Фибронектин



Протеогликаны = Коровый белок + Гликозаминогликаны



Гликозаминогликаны построены из димеров. Один из мономеров -
N-ацетилглюкозамин или N-ацетилгалактозамин

Гиалуроновая кислота	N-ацетилглюкозамин Глюкуроновая кислота	
Кератансульфат	N-ацетилглюкозамин Галактоза	n=25
Гепарин	N-ацетилглюкозамин Идуроновая кислота	n=15-30
Хондроитин-сульфат	N-ацетилгалактозамин Глюкуроновая кислота	n=20-60
Гепарансульфат	Глюкуроновая кислота N-ацетилглюкозамин (сульфатирован.)	n=15-30
Дерматансульфат	N-ацетилгалактозамин Идуроновая /Глюкуроновая кислоты	n=30-80

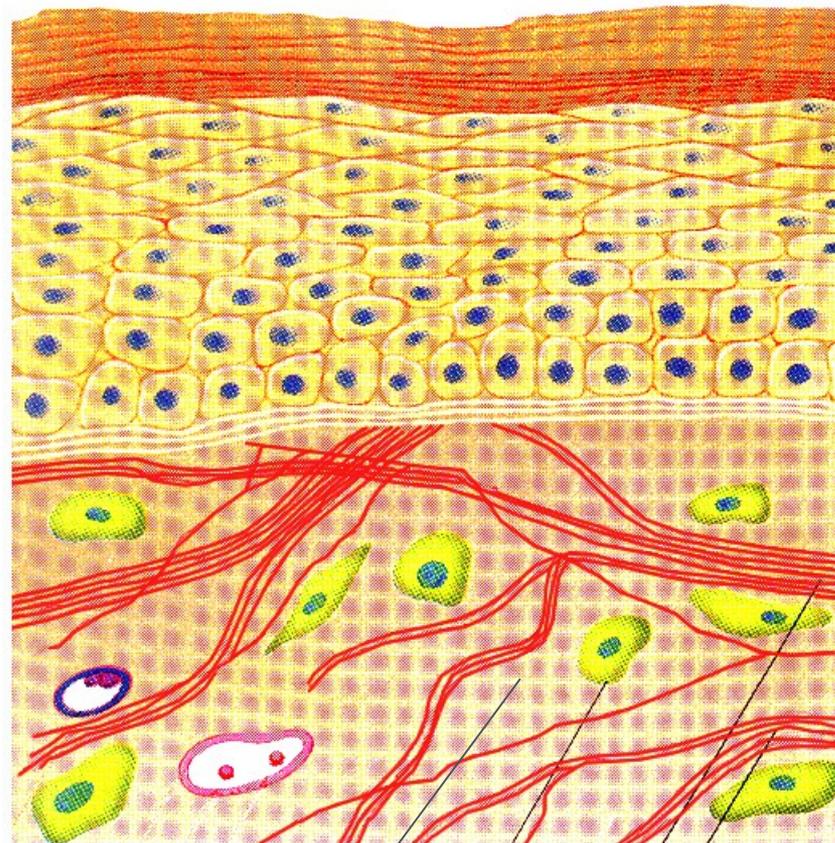
Функции аппарата Гольджи.

1. Модификация сахаров в гликопептидах
2. Гликозилирование полипептидов (гликопептиды и протеогликаны)
3. Досинтез гликолипидов
4. Синтез полисахаридов (гиалуроновая кислота у животных, гемицеллюлоза и пектины у растений)
5. Сортировка белков

Базальная мембрана
отделяет эпителиальные
клетки от внеклеточного
матрикса. Клетки
присоединены к ней
полудесмосомами

Базальная
мембрана

Схематичное
изображение
участка
эпителиальной
и соединительной
тканей

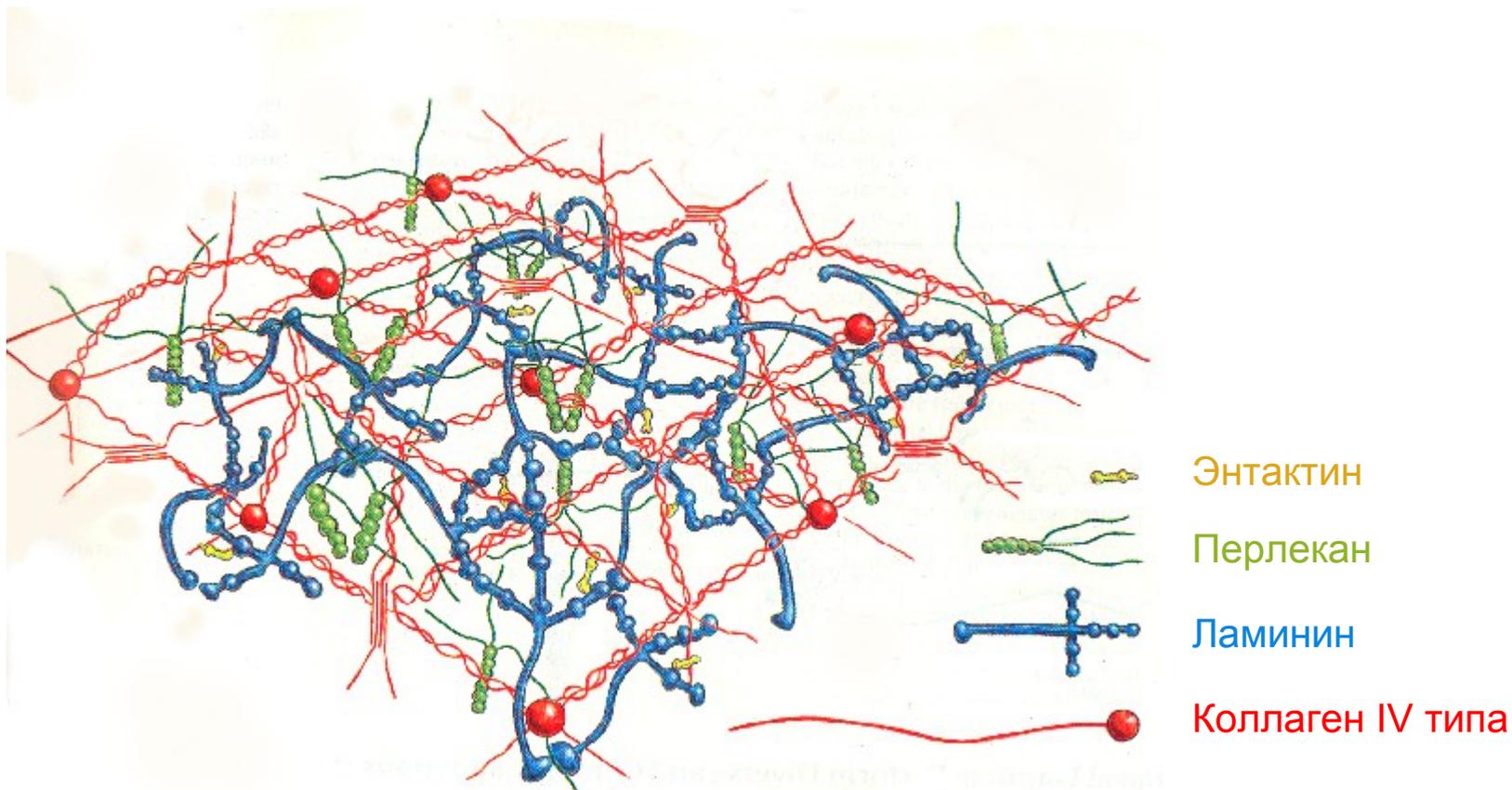


Протеогликан

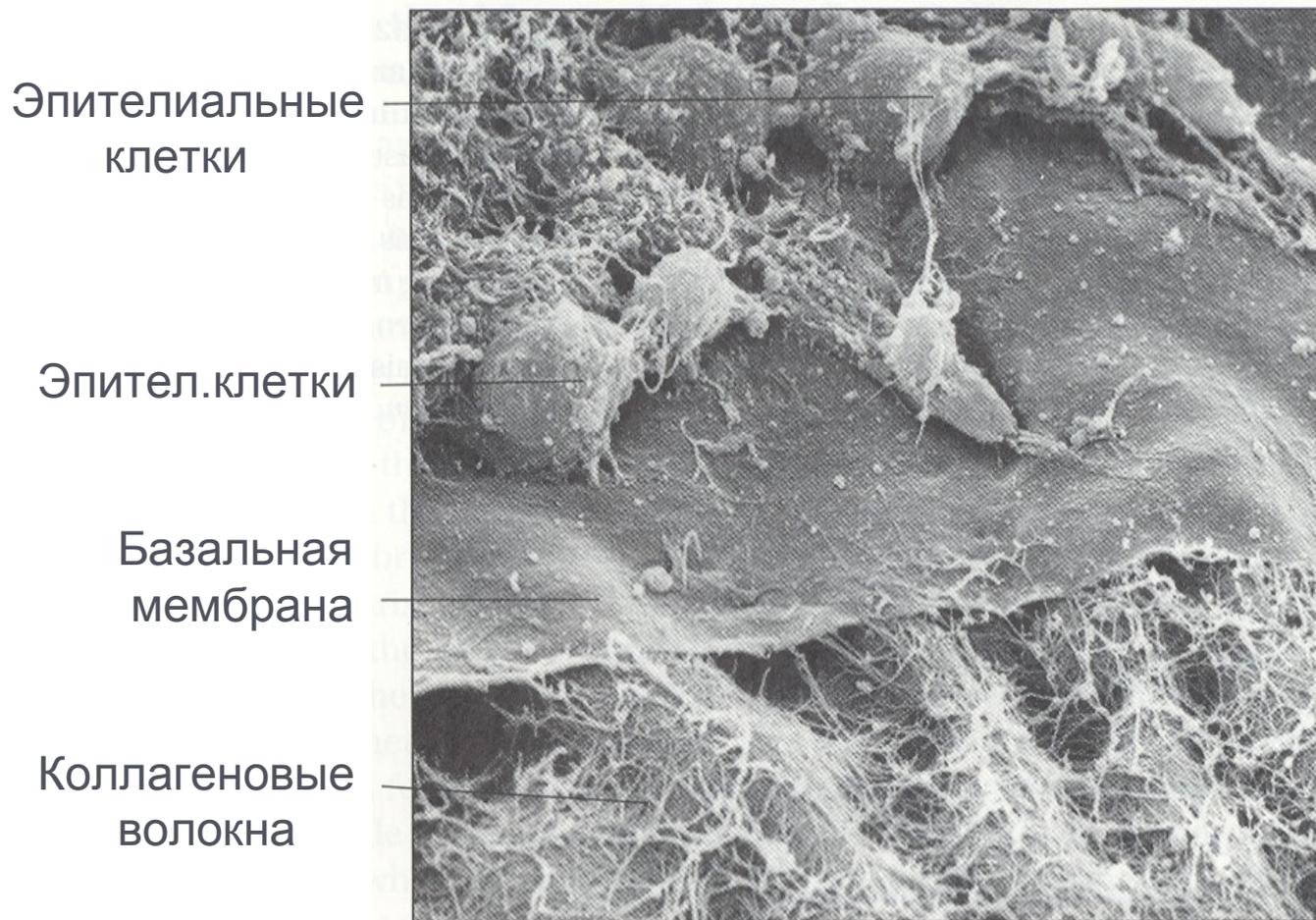
Фибробласт

Коллагеновые
волокна

Базальная мембрана отличается от внеклеточного матрикса набором белков, их более плотной упаковкой



Базальная мембрана отделяет эпителиальные клетки от внеклеточного матрикса



10 μm