

# Нервные окончания

- Нервные окончания – это концевые терминальные структуры отростков нейронов (дендритов или аксонов) в различных тканях.

# Классификация (морфофункциональная)

1. Эффекторные – терминальные аппараты аксонов эфферентных нейронов.
  - а) двигательные нервно-мышечные – на поперечнополосатой и гладкой мускулатуре.
  - б) секреторные – на секреторных клетках желез.

## 2. Рецепторные – концевые аппараты дендритов рецепторных нейронов.

свободные

несвободные

неинкапсулированные

инкапсулированные



- Свободные – «оголенные» лишённые глиальных элементов терминальные ветвления осевых цилиндров.
- Несвободные – сопровождаются элементами глии.
- Инкапсулированные – имеют соединительно-тканную капсулу.

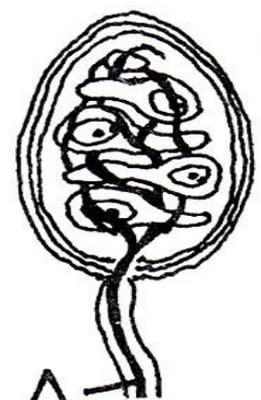
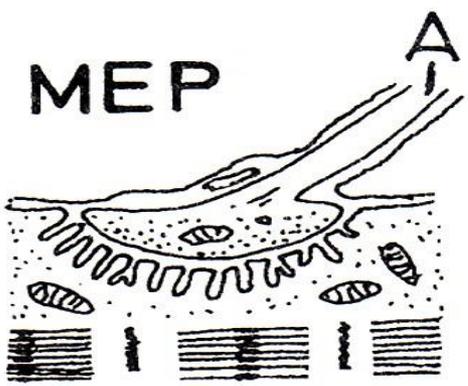
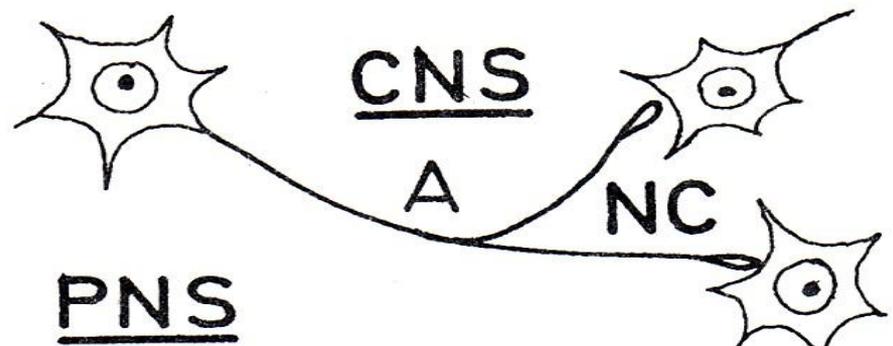
По происхождению воспринимаемых сигналов (из внешней или внутренней среды).

- Экстерорецепторы
- Интерорецепторы

## По природе воспринимаемых сигналов

- Механорецепторы
- Барорецепторы
- Хеморецепторы
- Терморецепторы и др.

3. Межнейронные синапсы – окончания одного нейрона на другом.



**FN**

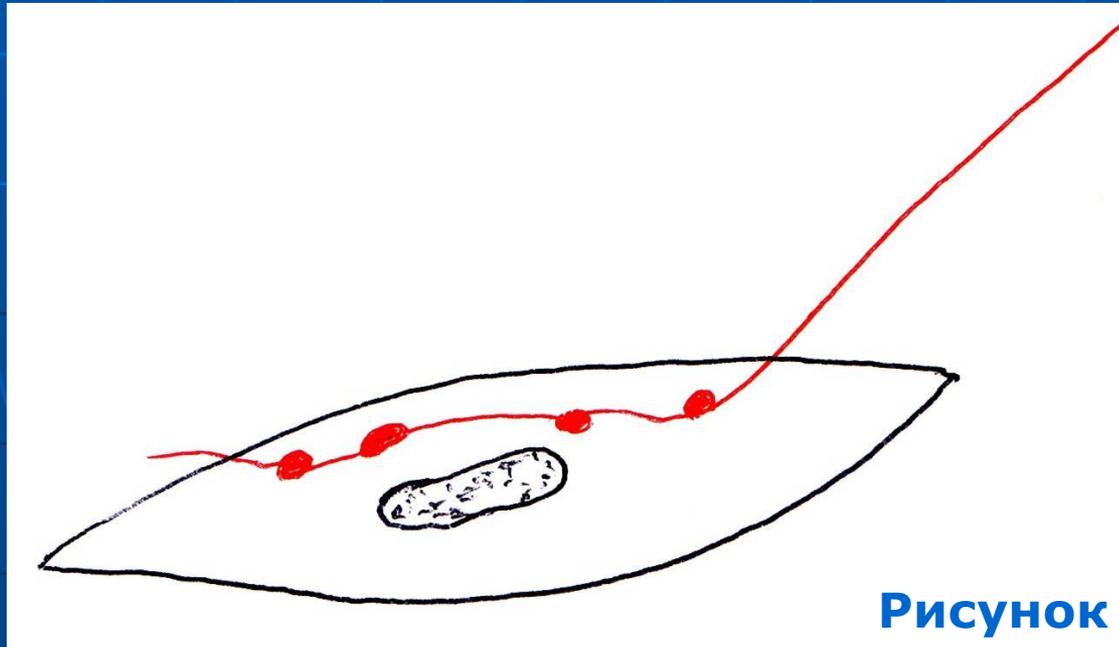
**ETN**

**C**

# Нервные окончания в мышечной ткани

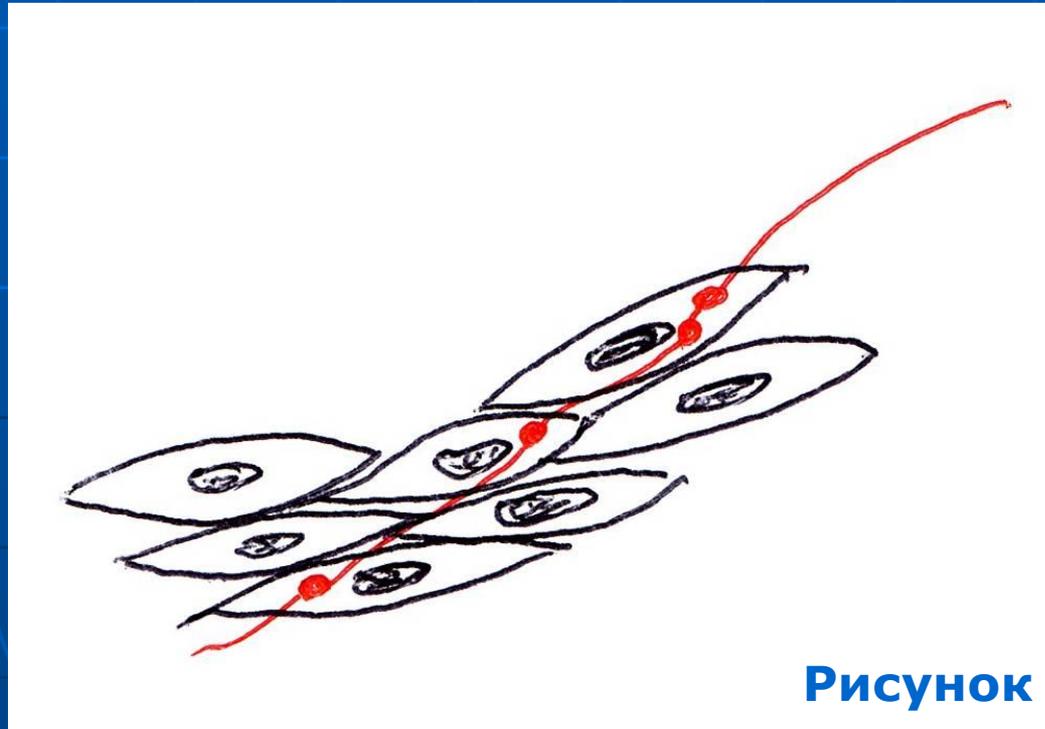
## Гладкая мышечная ткань

- Двигательные окончания образуют аксоны эффекторных вегетативных нейронов.
- Соприкасаясь с миоцитом аксон образует варикозные утолщения – синапсы, содержащие пузырьки нейромедиатора ацетилхолина или норадреналина.



Рисунок

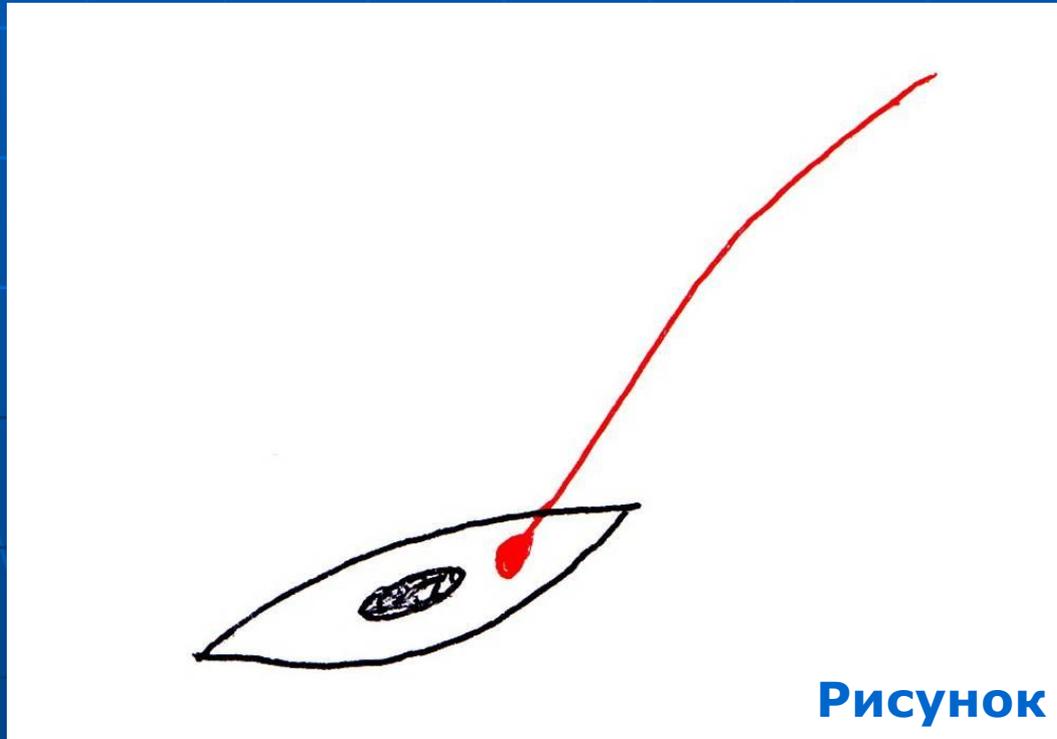
- Различают окончания:
  - а) транзиторные «по ходу» - аксон образует синапсы на нескольких миоцитах, переходя от одного к другому.



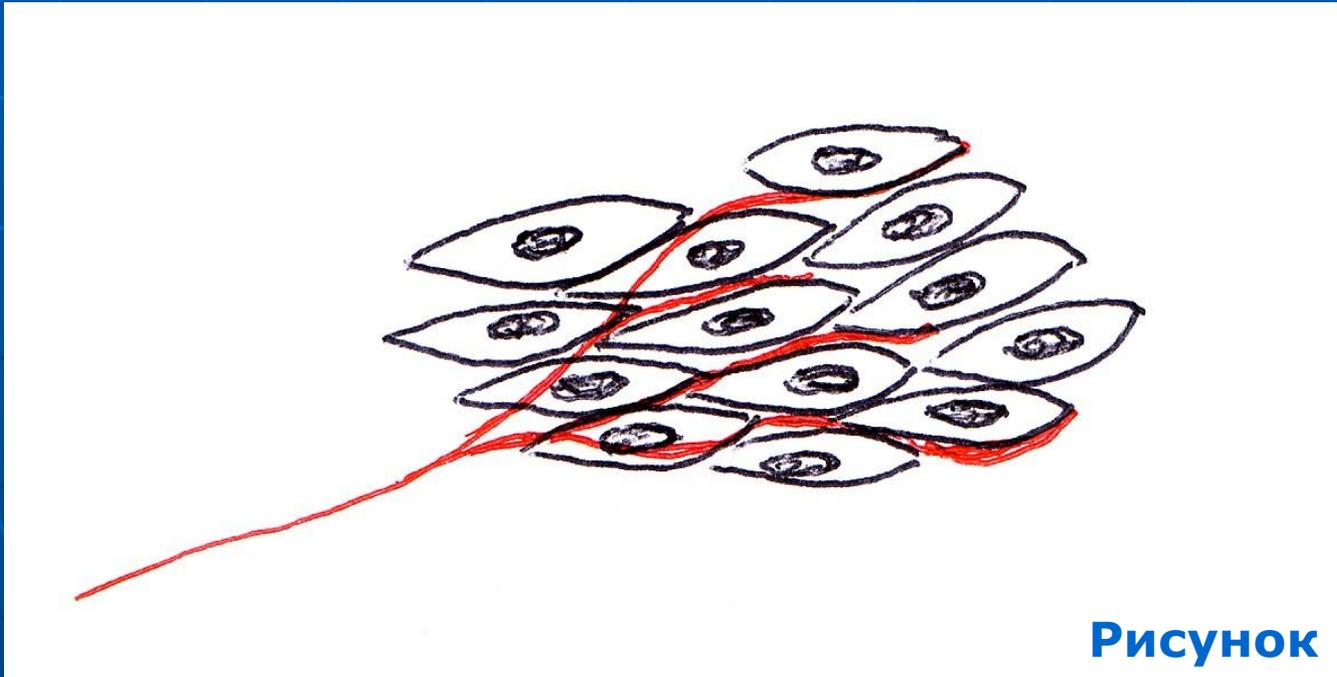
Рисунок

б) с терминальным бутоном – на одном миоците.

- В мочевом пузыре иннервирован 1 из 100 миоцитов.
- В семявыносящем протоке иннервирован каждый миоцит.



- Чувствительные – образованы дендритами псевдоуниполярных нейронов спинальных ганглиев или рецепторных вегетативных нейронов.
- Терминальные ветвления заканчиваются между миоцитами, вплетаясь в базальную мембрану.

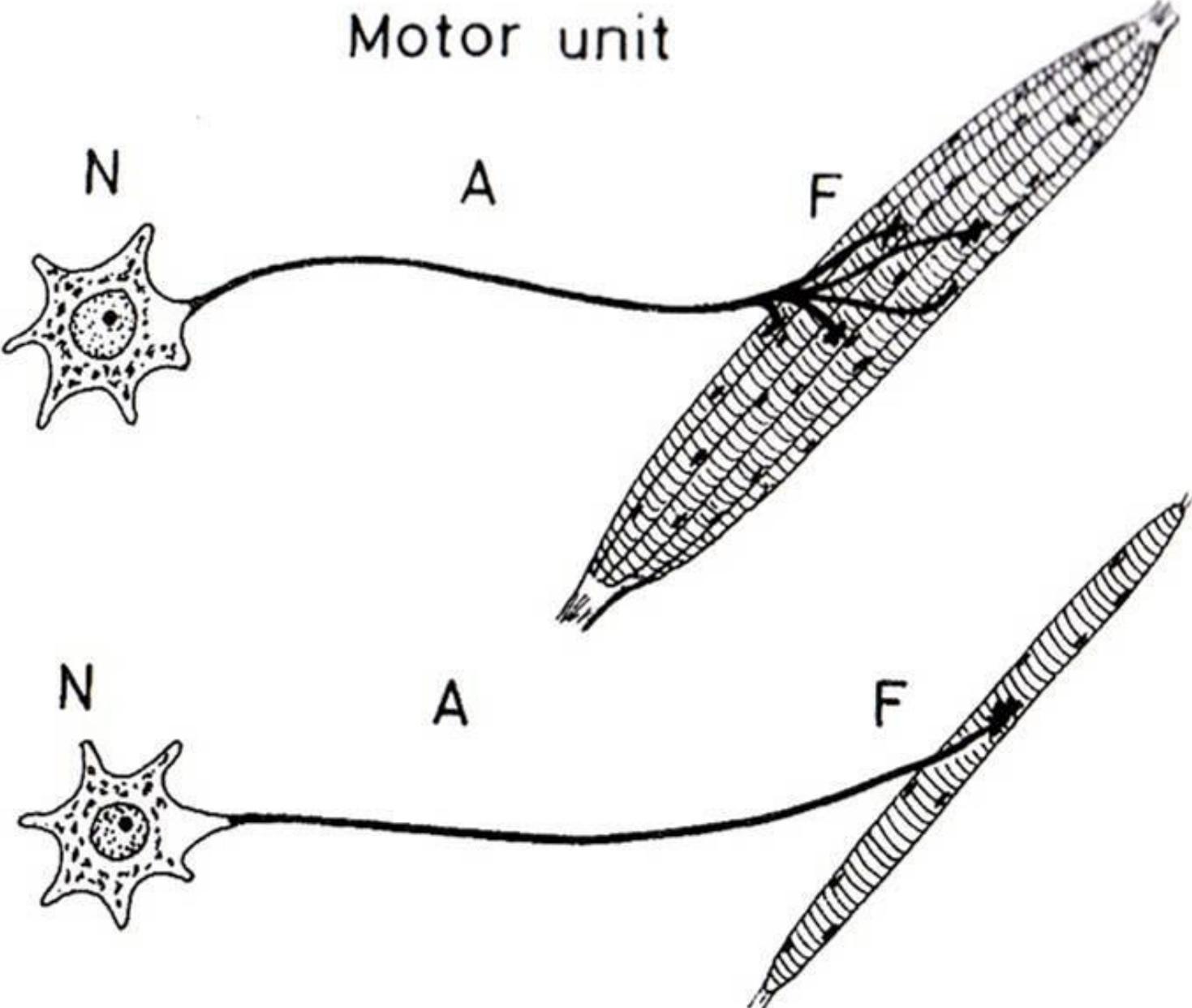


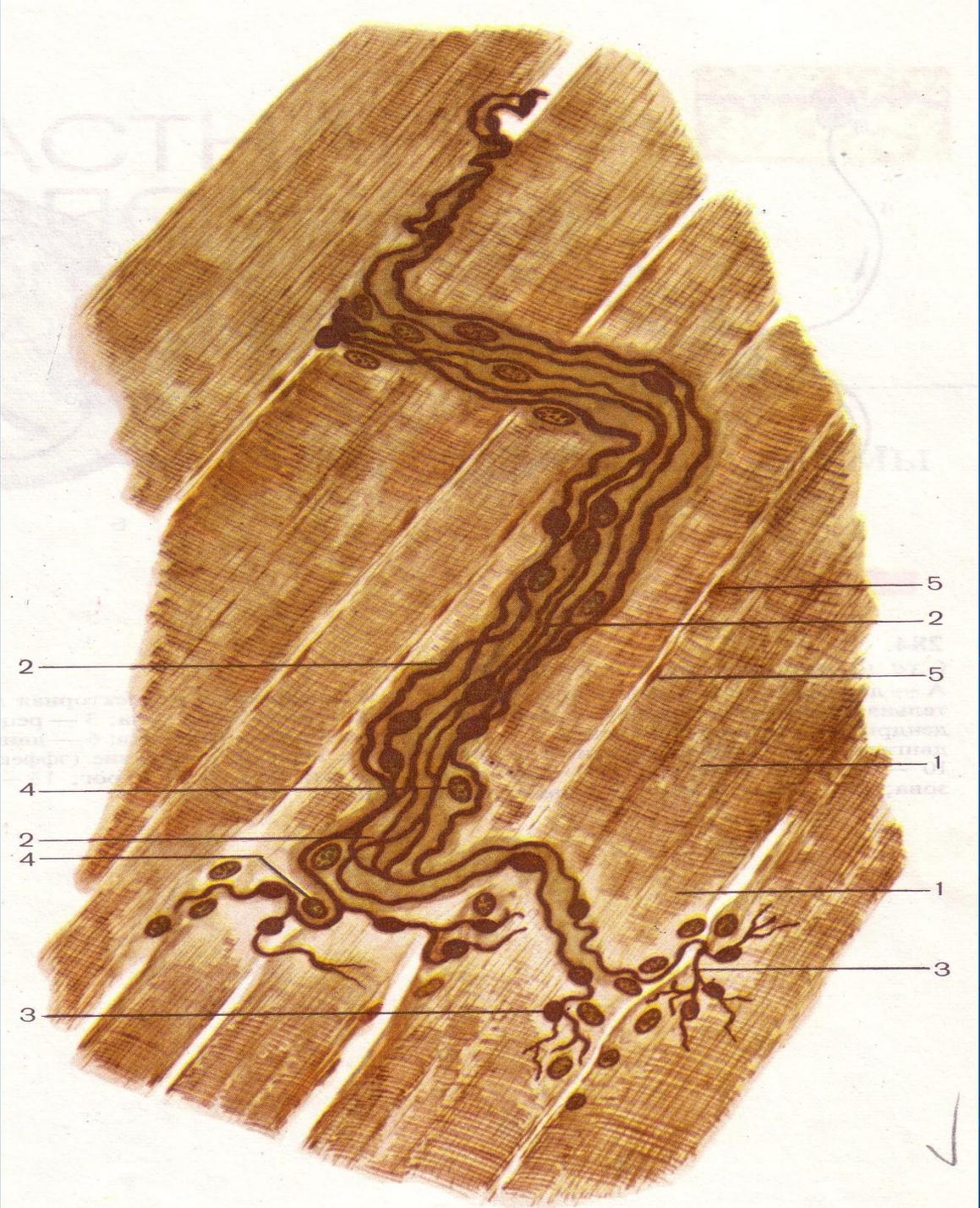
Рисунок

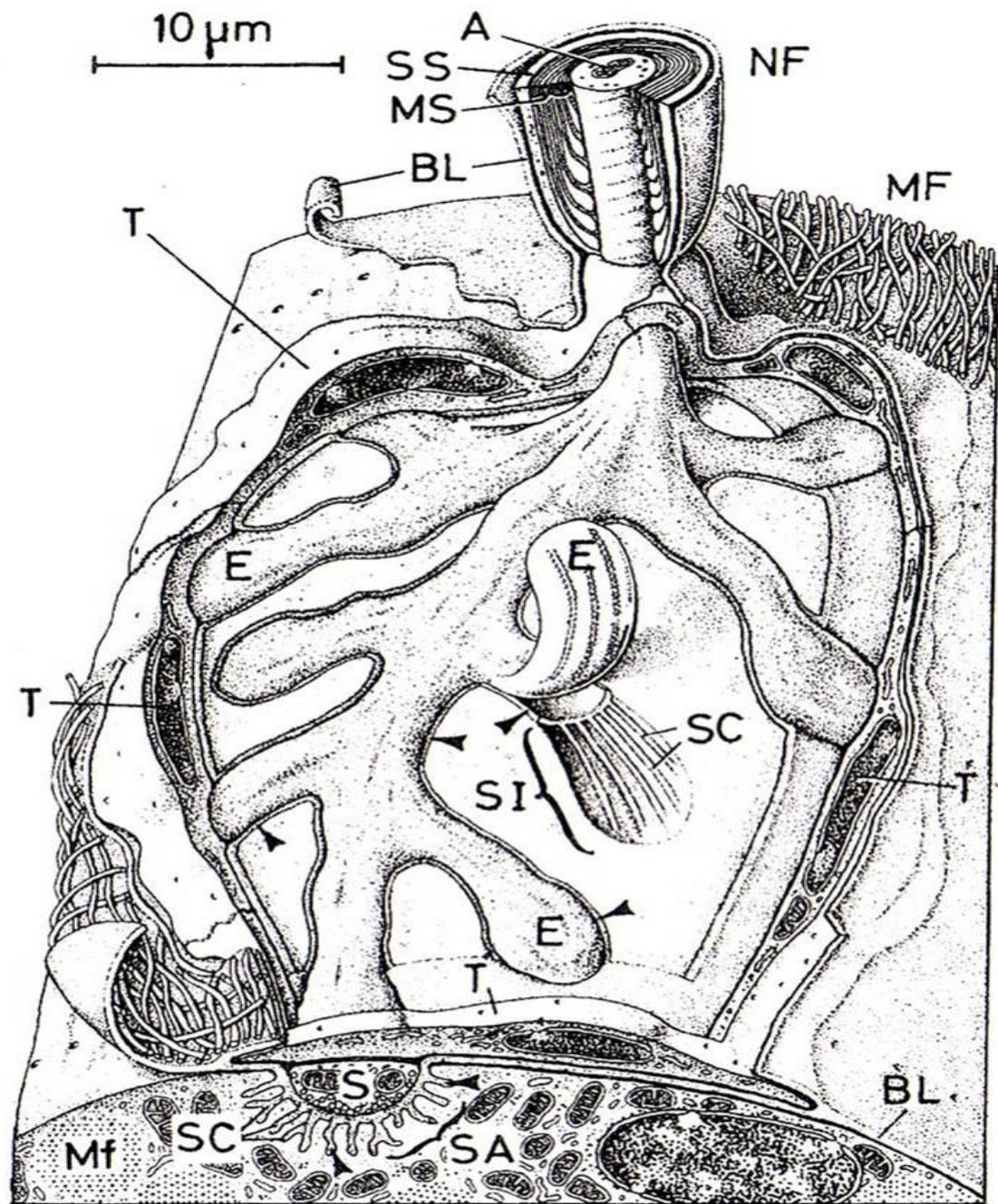
# Исчерченная мышечная ткань

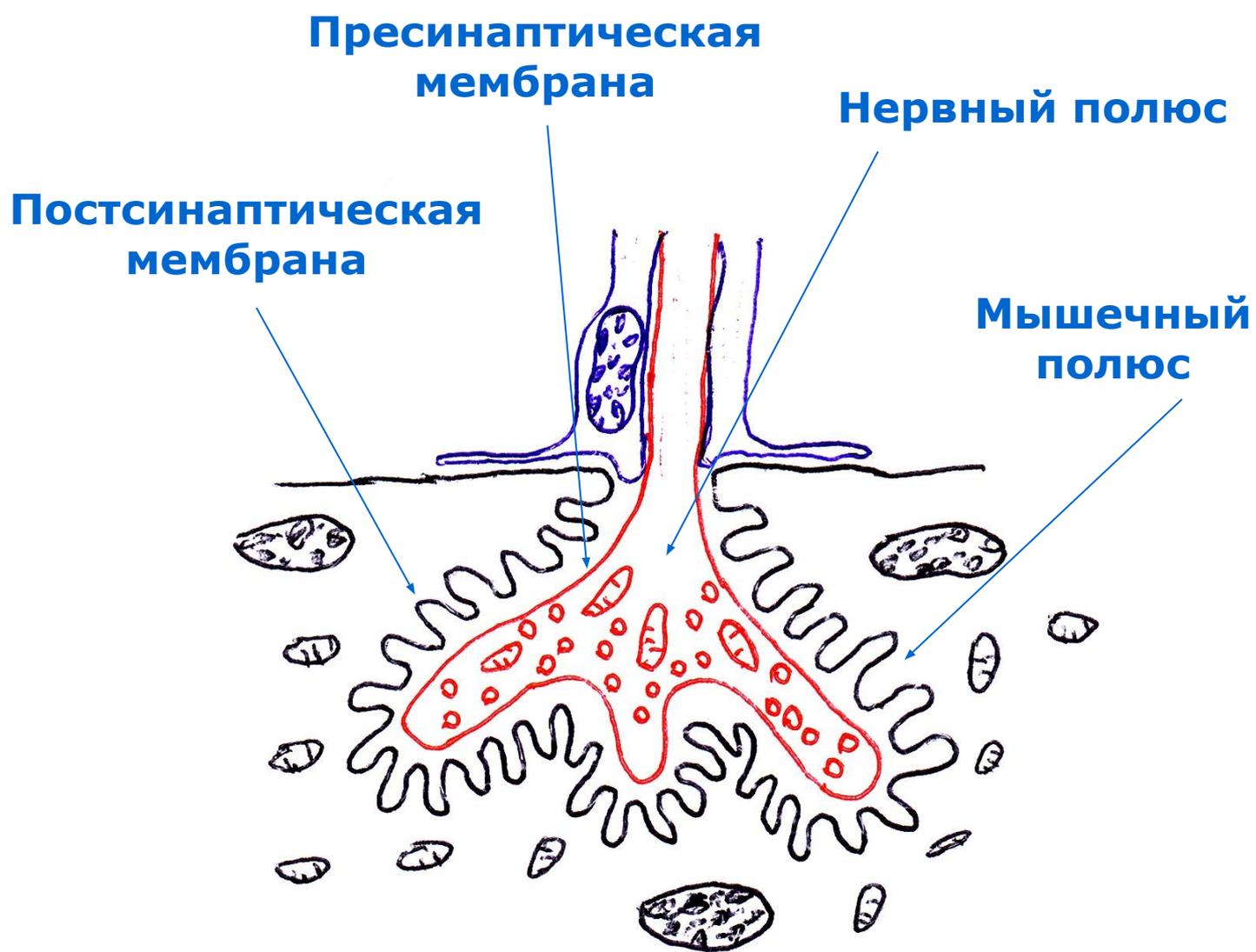
- Двигательные окончания образованы аксонами нейронов передних рогов спинного мозга и некоторых черепно-мозговых ганглиев.
- Называются моторными бляшками (на импрегнированных серебром препаратах).

# Motor unit









# Моторная бляшка состоит из 2-х отделов:

Нервного и мышечного полюсов.

- Нервный полюс – терминальные ветвления аксона, погружаются в мышечное волокно, прогибают сарколемму, утрачивают глиальные оболочки.
- В аксоплазме многочисленные синаптические пузырьки с медиатором ацетилхолином и митохондрии.
- Аксолемма формирует синаптическую мембрану.

- Постсинаптическая мембрана – сарколемма.
- Синаптическая щель (первичная) около 50 нм.
- Складки постсинаптической мембраны 0,5-1 мкм. образуют вторичные синаптические щели в белых мышцах (в красных нет).

## Мышечный полюс (подошва)

характеризуется многочисленными:

- ядрами;
- митохондриями;
- ЭПС;
- отсутствием поперечной исчерченности

# При проведении импульса

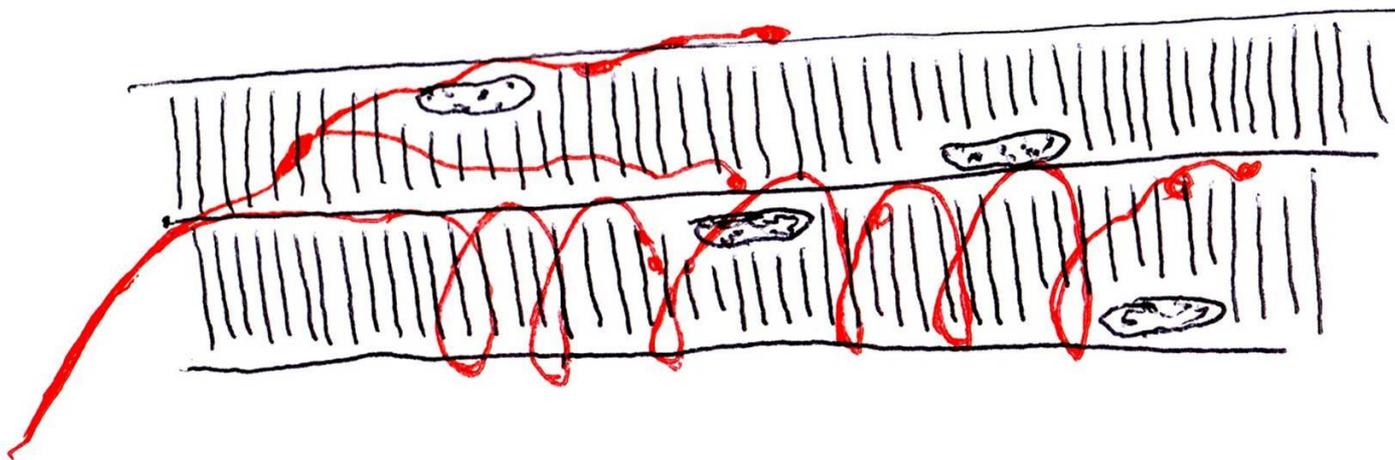
- Синаптические пузырьки изливают ацетилхолин (от 2000 до 200000 молекул) в синаптическую щель.
- Холинорецепторы постсинаптической мембраны связываются с ацетилхолином.
- Изменяется ионная проницаемость постсинаптической мембраны, возникает возбуждение.
- Фермент холинэстераза расщепляет ацетилхолин, подготавливает синапс к проведению нового импульса.

# Все холинергические синапсы подразделяются на:

1. Никотиновые – n-холинергические, стимулирует никотин.
2. Мускариновые – m-холинергические, стимулирует токсин мухомора *Amanita muscaria*. Блокаторы, соответственно, яд курарэ и атропин. Моторные бляшки – никотиновые.

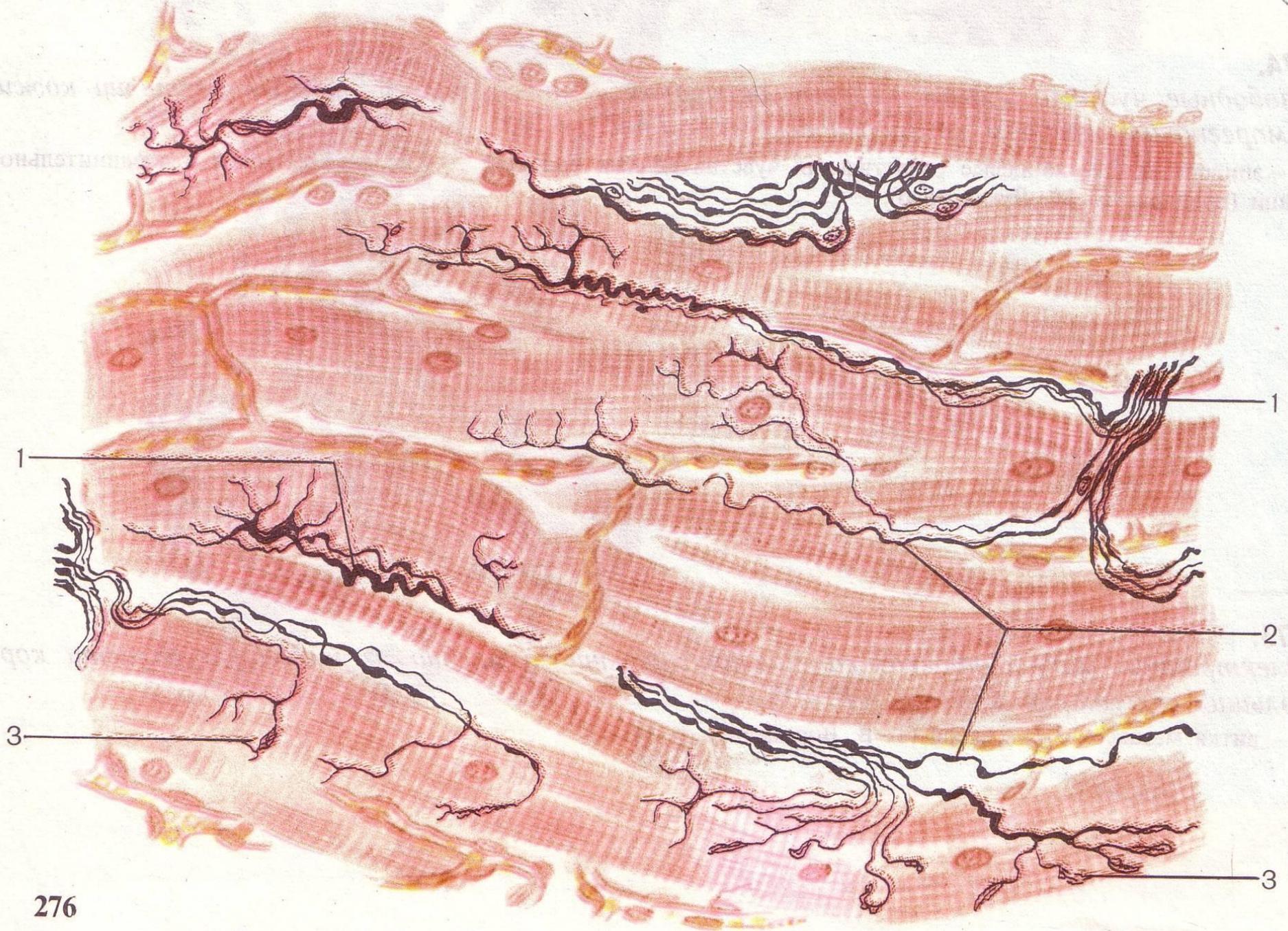
# Чувствительные окончания в скелетных мышцах

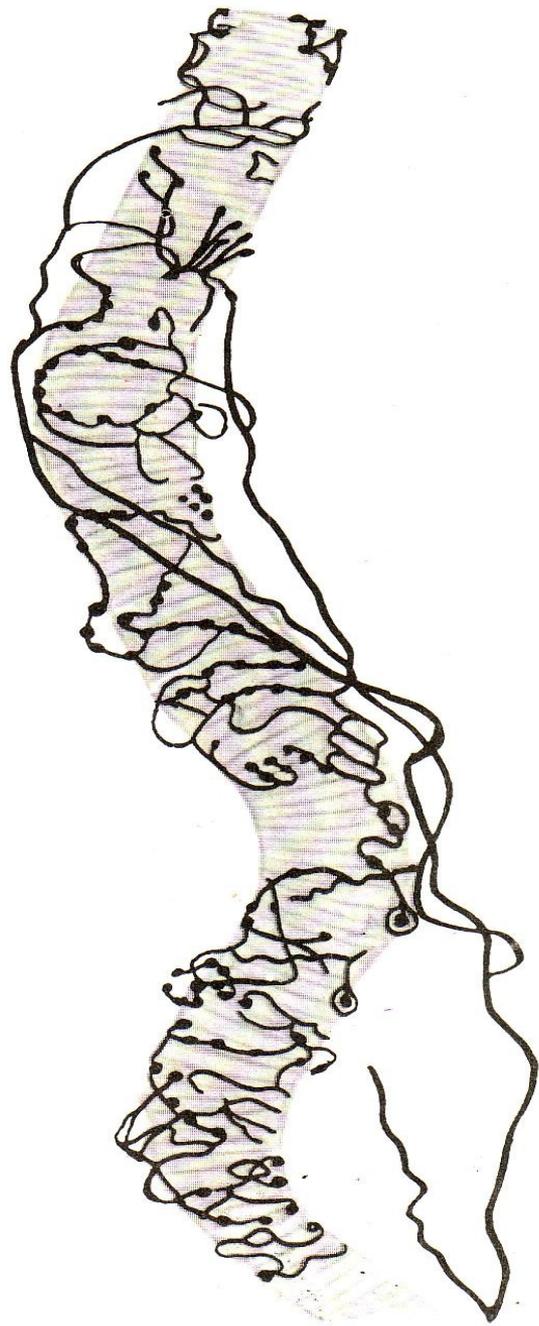
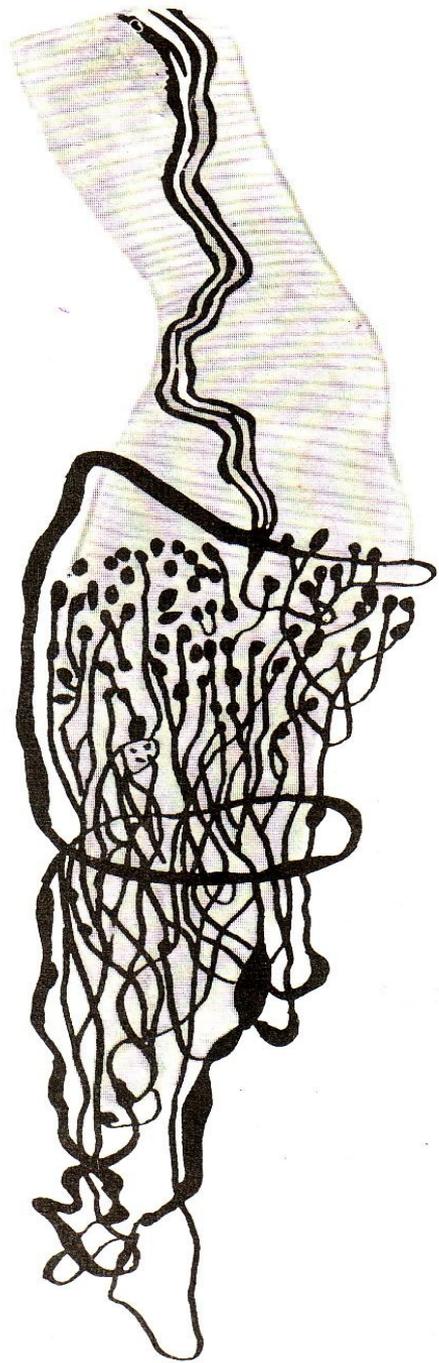
- Образованы ветвлениями дендритов рецепторных нейронов (псевдоуниполярных).
- Ветвления следуют вдоль мышечных волокон, образуя намотку вокруг них.



**Рецепторные окончания**

**Рисунок**





# Нервно-мышечное веретено

- Рецептор растяжения мышцы – проприорецептор, регулируют мышечный тонус и подвижность.
- Длина 3-5 мм, толщина 0,2 мм.
- Покрыта соединительнотканной капсулой, вплетающийся в эндомизий различных мышц.

Состоит из 2-12 интрафузальных мышечных волокон (лат. fusus – веретено), их 2 типа.

1. С ядерной сумкой – скопления ядер в средней экваториальной части, 1-4 волокна в центре.
2. С ядерной цепочкой – ядра в виде цепочки, до 10 волокон, они более короткие.

# Интрафузальные мышечные волокна:

Экстрафузальное  
мышечное  
волокно

с ядерной сумкой

с ядерной цепочкой

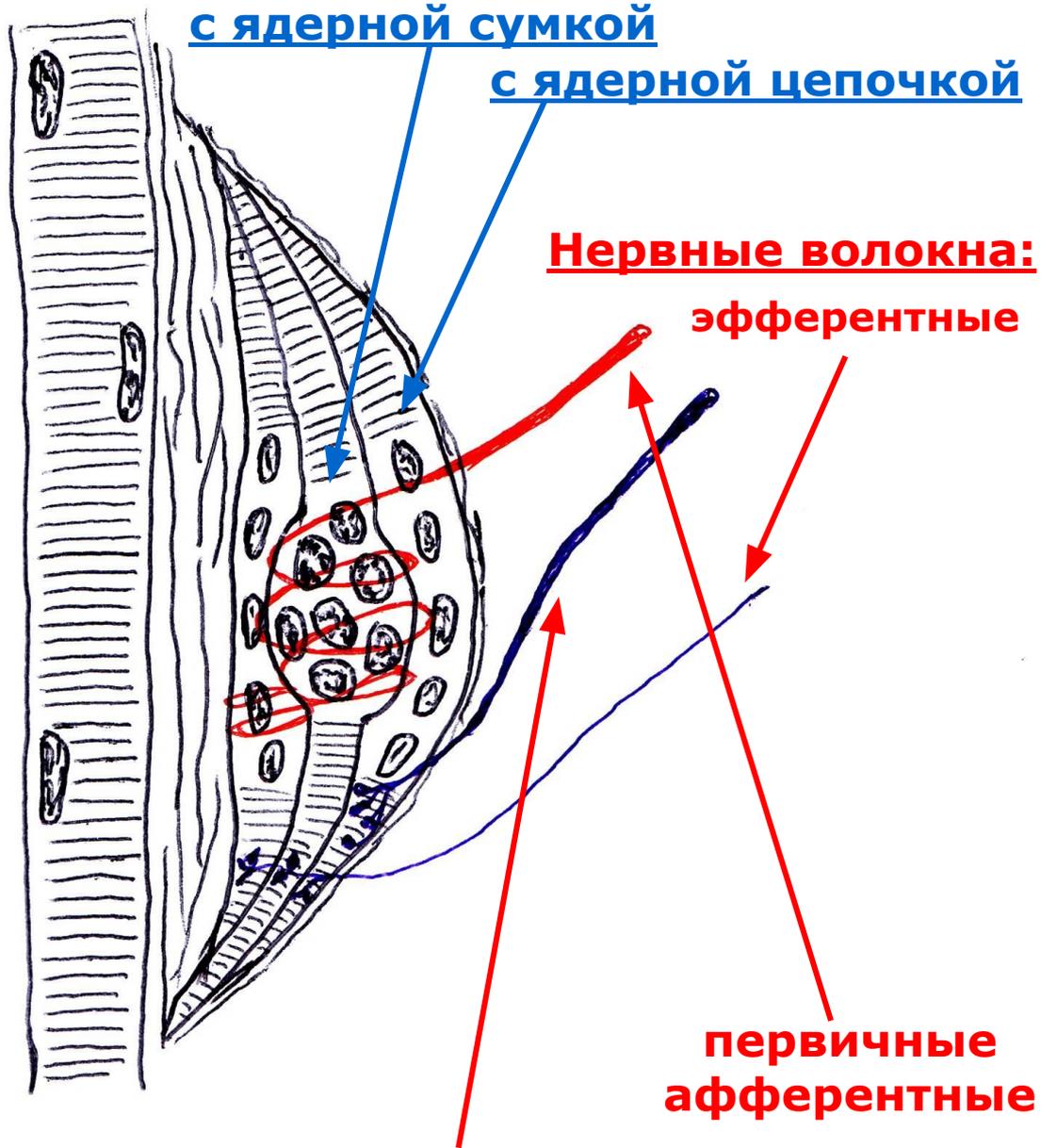
Нервные волокна:

эфферентные

первичные  
афферентные

вторичные  
афферентные

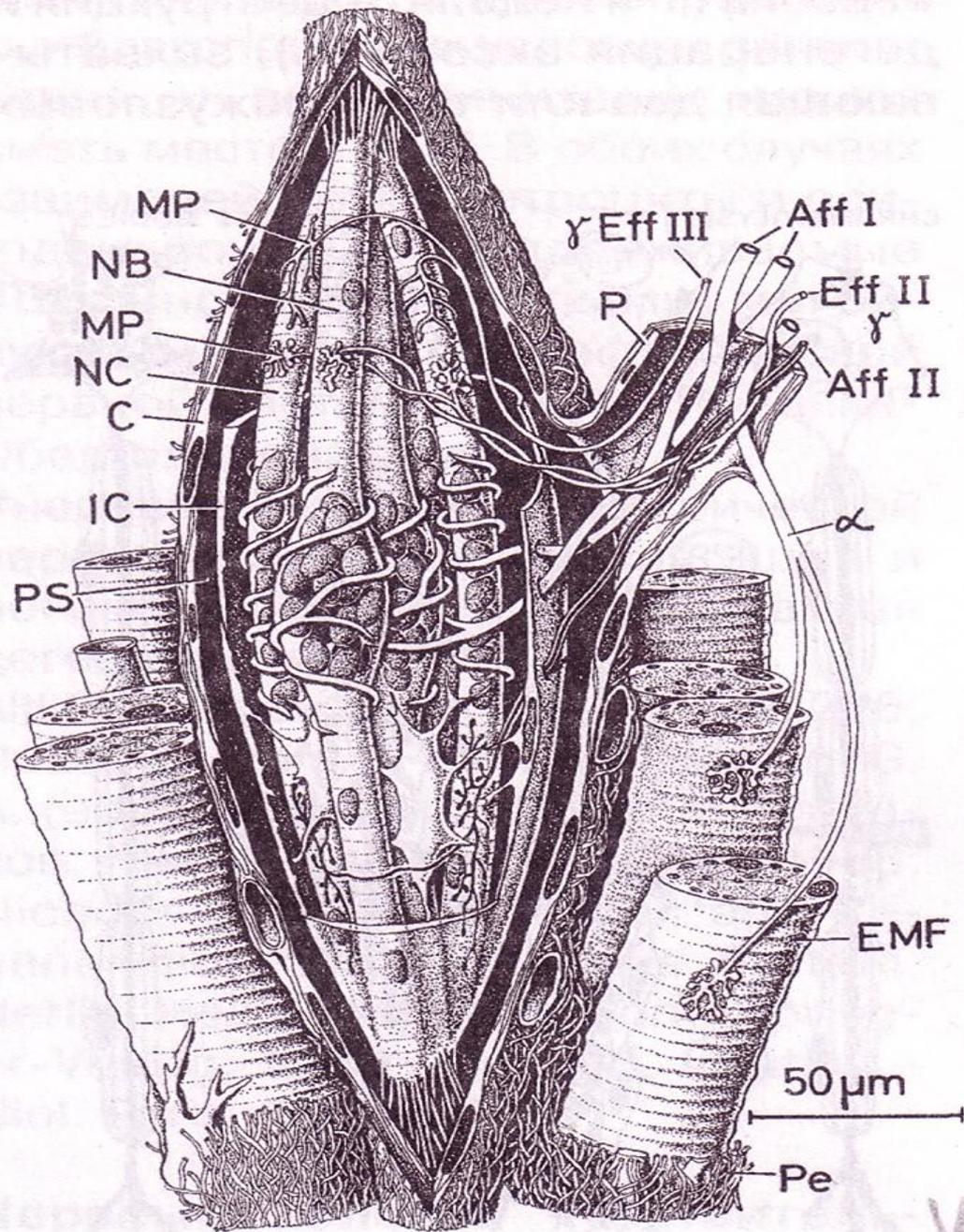
Рисунок



Иннервация – 3 вида нервных волокон:

1. Первичные афферентные,  $\emptyset$  10-12 мкм, дают кольцеспиральные окончания. Реагируют на скорость и степень растяжения мышцы.

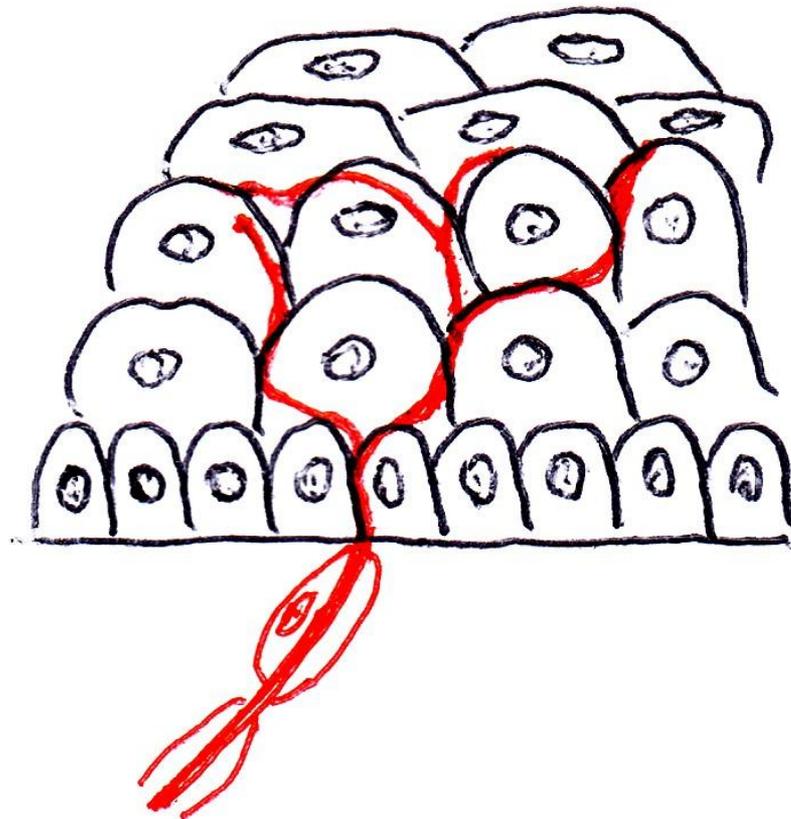
2. Вторичные афферентные,  $\emptyset$  6-9 мкм, дают гроздьевидные окончания на волокнах с ядерной цепочкой. Реагируют на степень растяжения мышцы.
3. Эфферентные,  $\emptyset$  3-6 мкм, оканчиваются моторными бляшками на концах интрафизальных волокон. Заставляя интрафузальные волокна сокращаться, увеличивают реакцию веретена при любой длине мышцы.



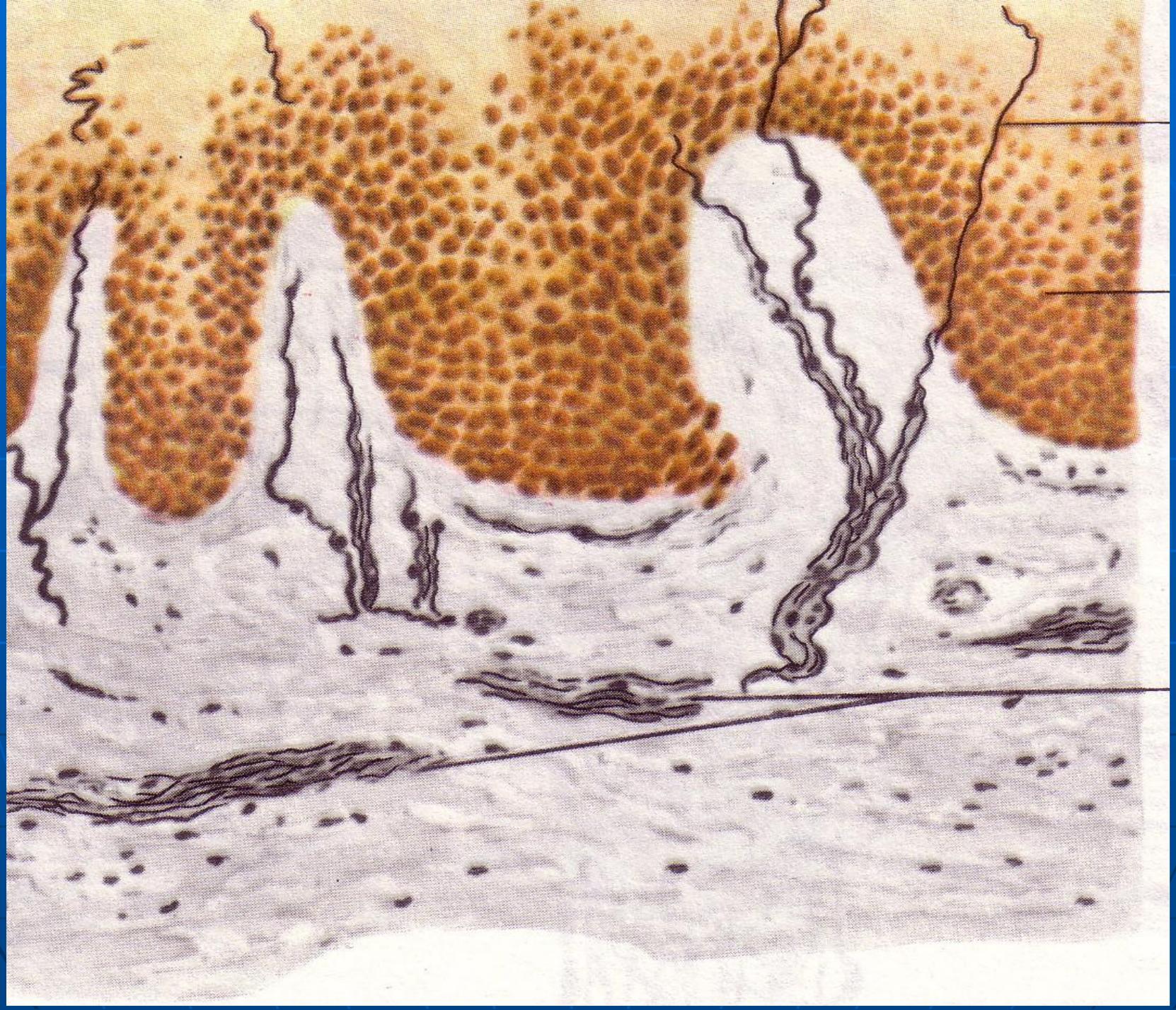
# Нервные окончания в эпителиальной ткани

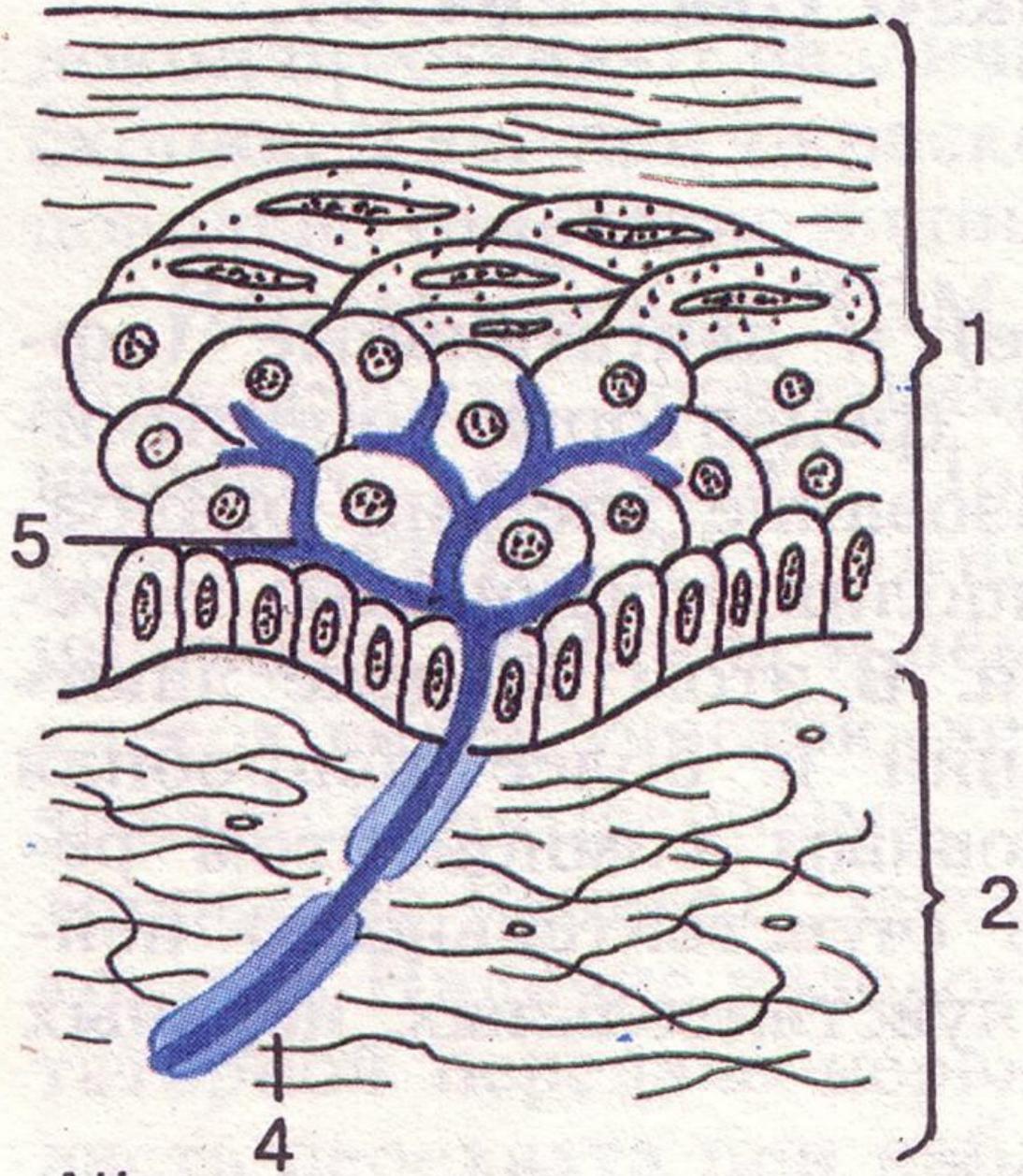
## I. Рецепторные

- Свободные окончания – ветвления «оголенных» лишенных глиальной оболочки осевых цилиндров между эпителиоцитами. Глиальные элементы утрачиваются, когда осевой цилиндр прободает базальную мембрану эпителия.



**Свободные нервные окончания**



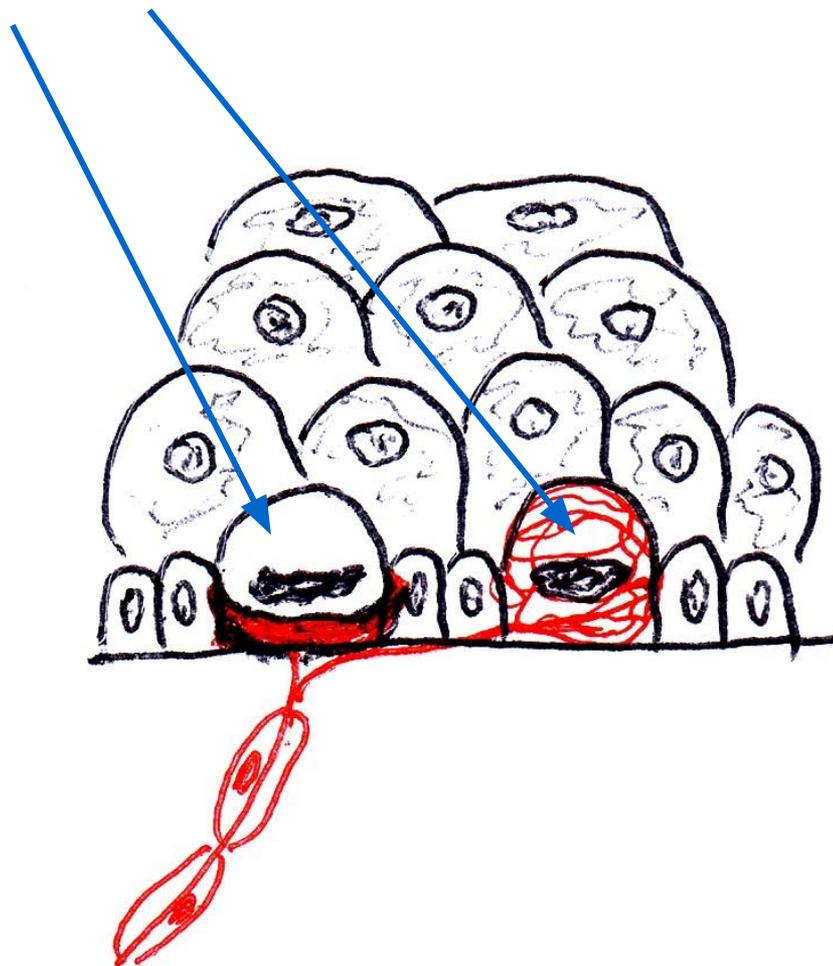


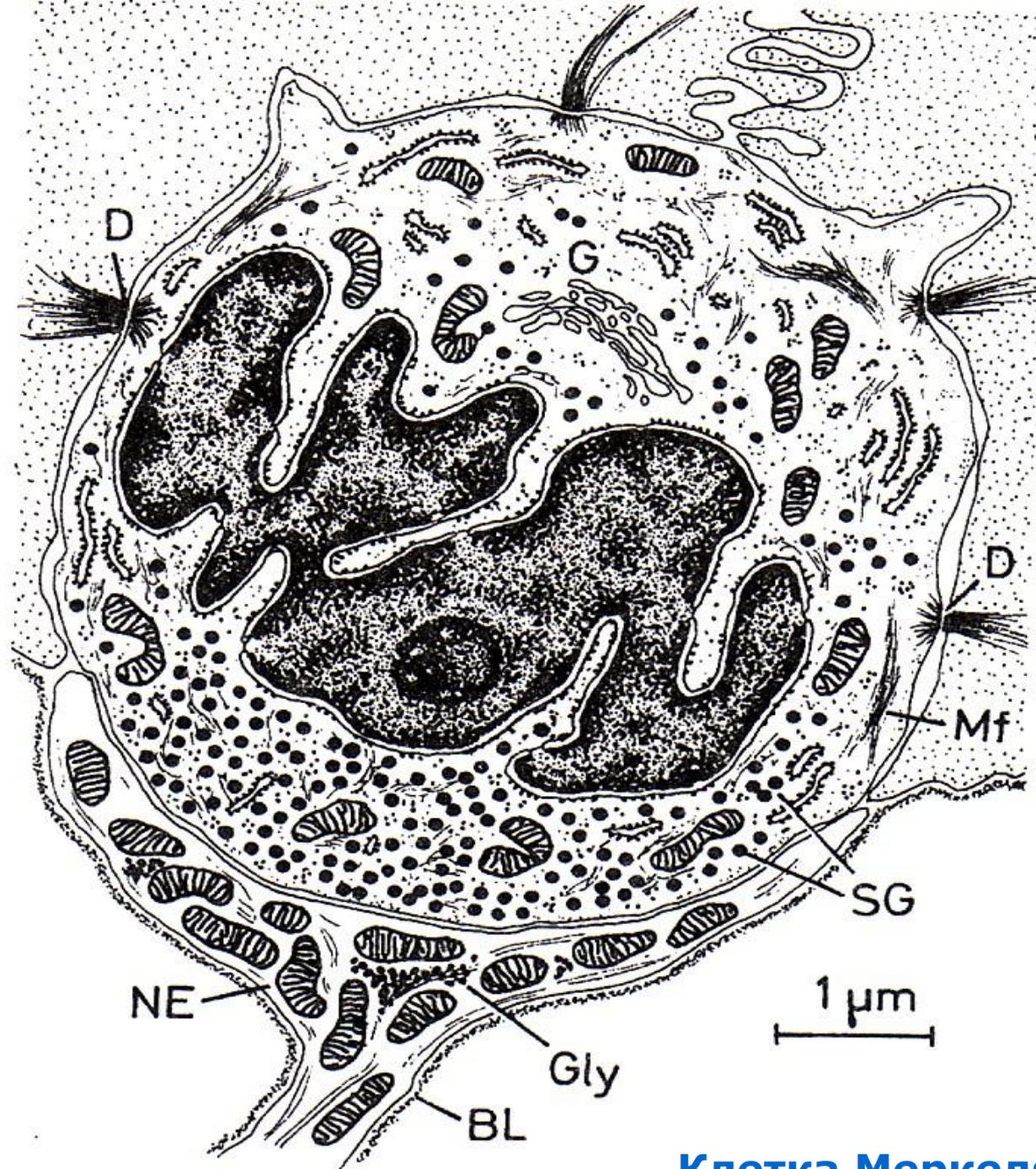
All



- Специализированные эпителиоциты – осязательные мениски или клетки Меркеля.
- Округлые, светлые, с уплощенным ядром, осмофильными (эндокринными) гранулами в цитоплазме.
- На них нервные окончания в виде диска или сеточки.

## Клетки Меркеля



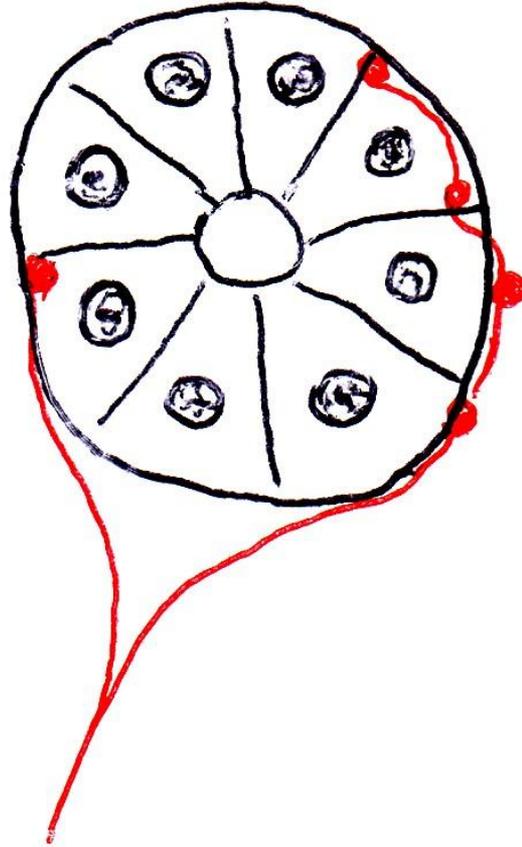


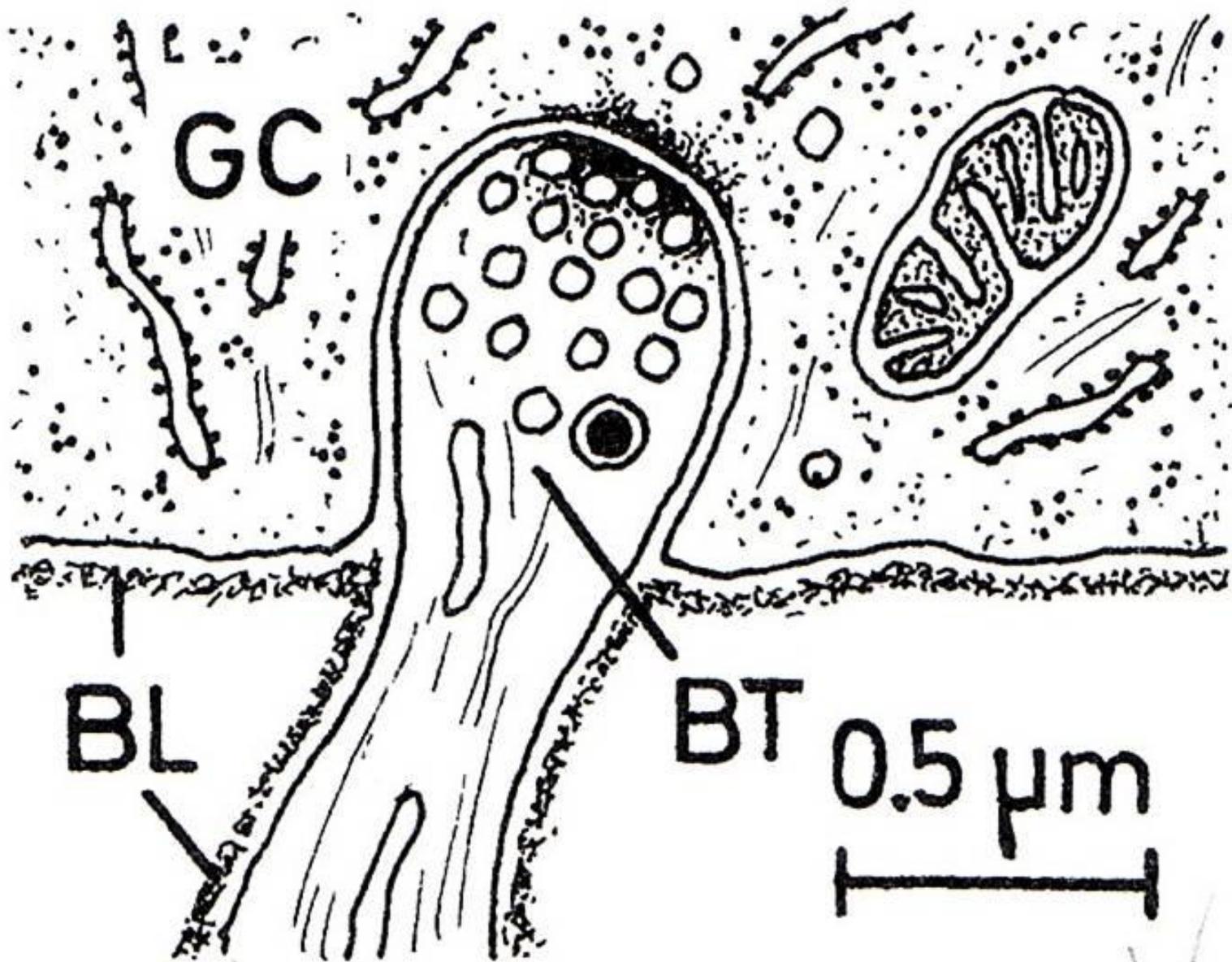
Клетка Меркеля

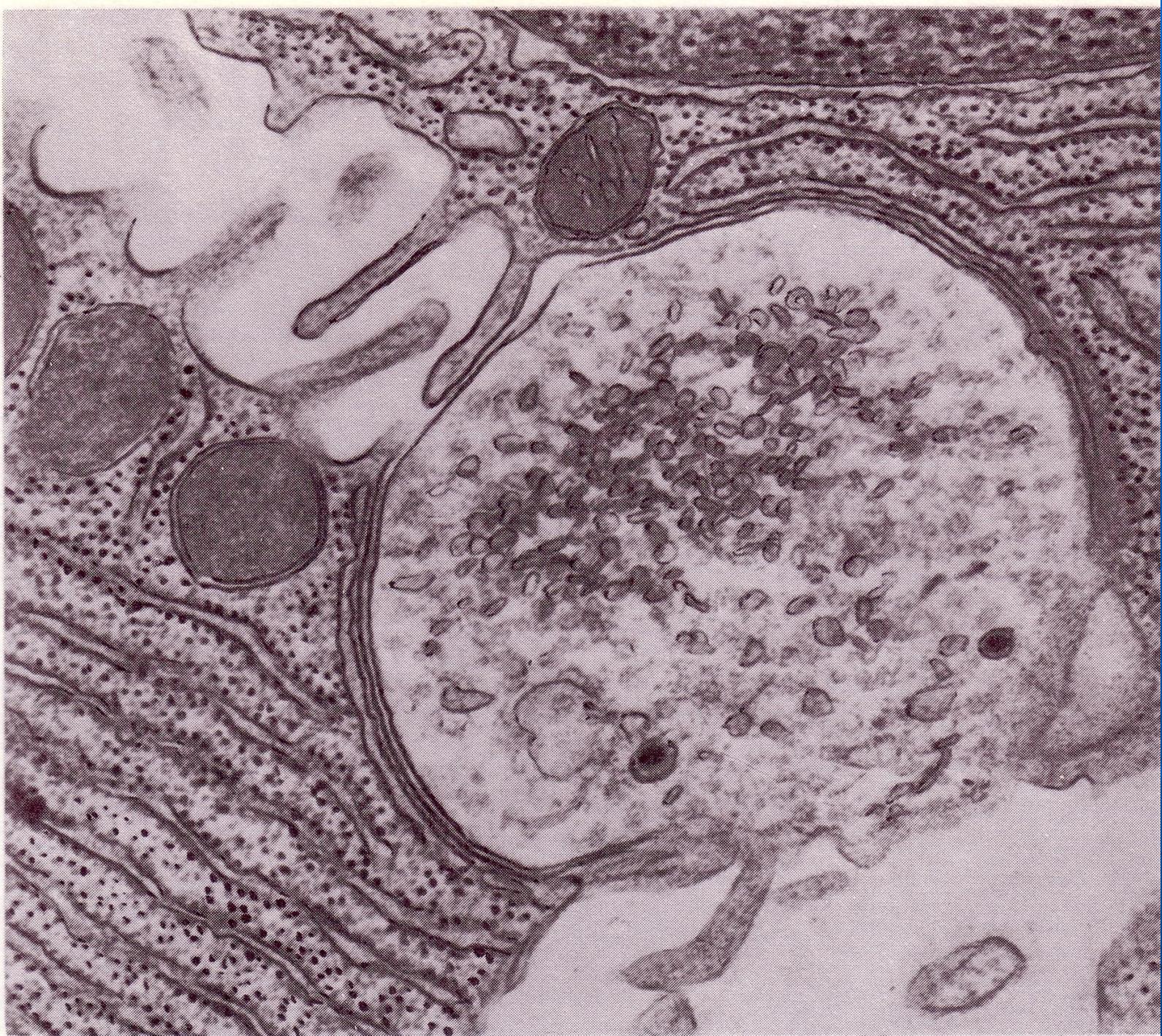
## II. Эффекторные окончания в эпителиальной ткани.

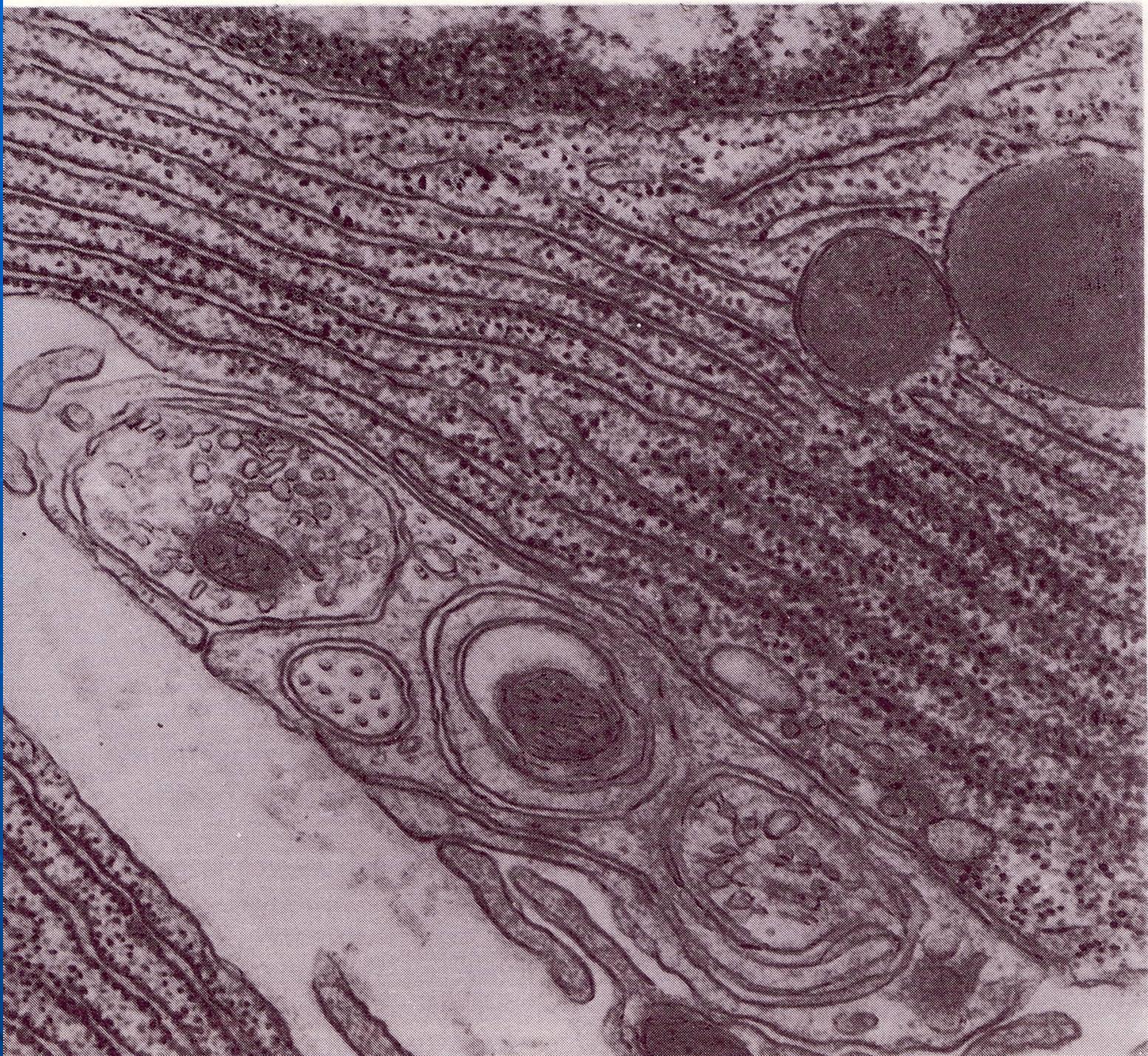
- Нейрожелезистые (секреторные) – на экзокринных или эндокринных железистых клетках.
- Осевой цилиндр прободает базальную мембрану концевого отдела железы или заканчивается над базальной мембраной.

## Секреторные окончания





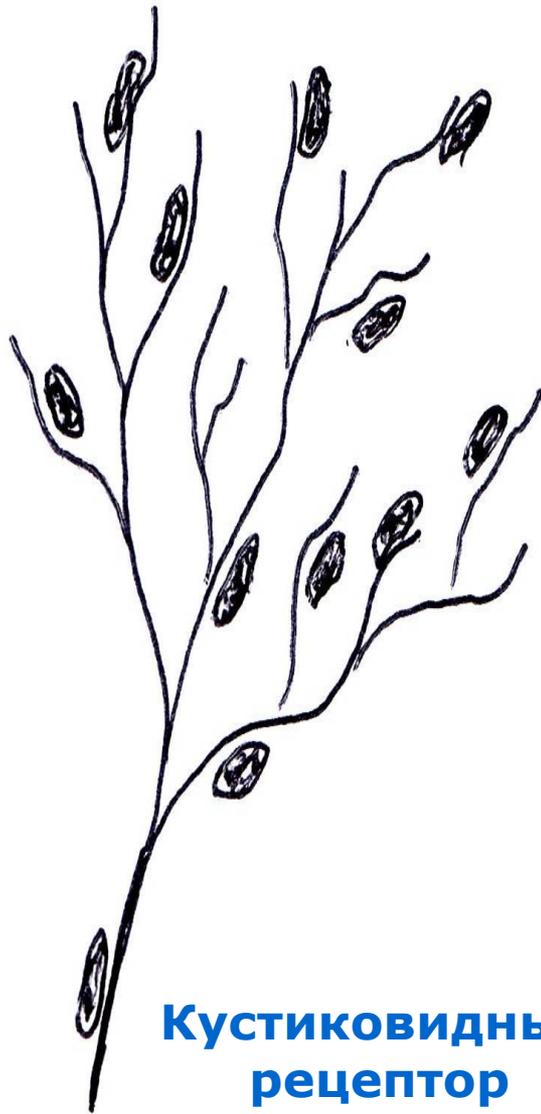




# Нервные окончания в соединительной ткани

## Неинкапсулированные

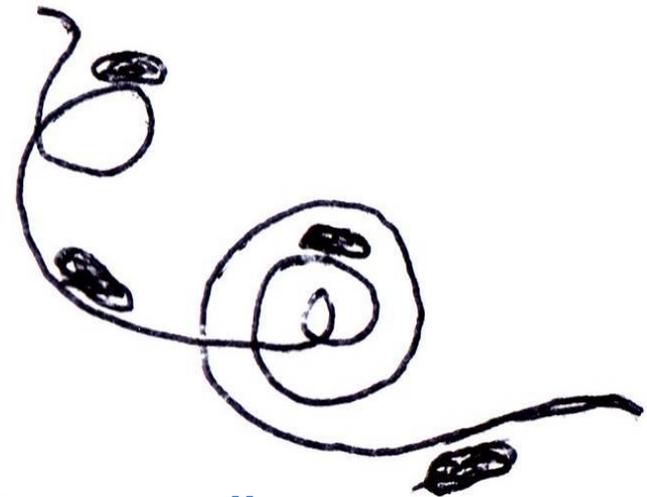
- Обильные ветвления дендритов рецепторных нейронов, сопровождаемые глиальными элементами.
- Имеют вид кустика – кустиковидные, древовидные, сетевидные, клубочковидные и др.



**Кустиковидный  
рецептор**



**Сетевидный  
рецептор**



**Клубочковый  
рецептор**

## Инкапсулированные

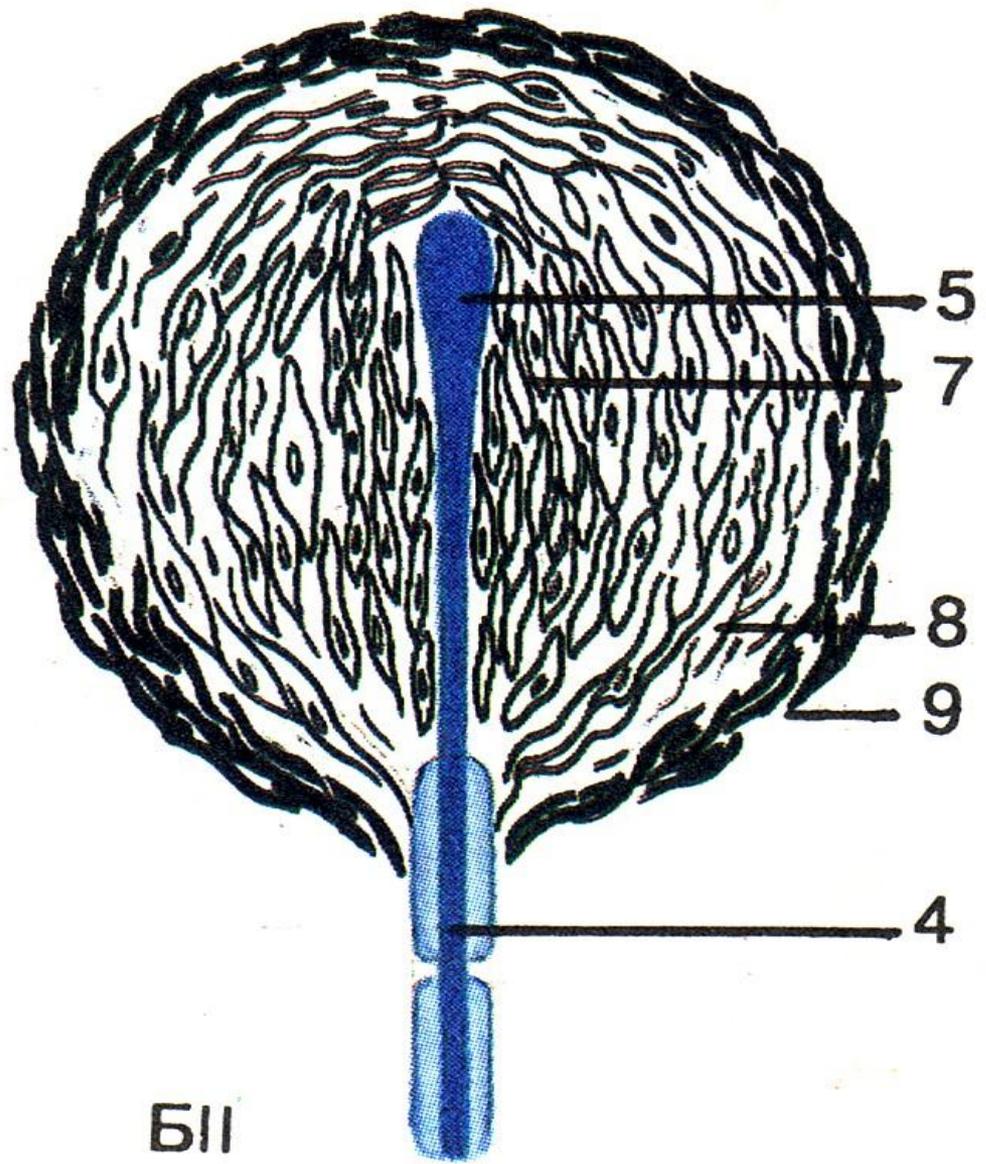
- Снабжены соединительнотканной капсулой, весьма разнообразны.
- Тельца Фатера-Пачини

Описали: немецкий анатом А.Фатер в 1741 г., итальянский студент Ф. Пачини в 1835 г.

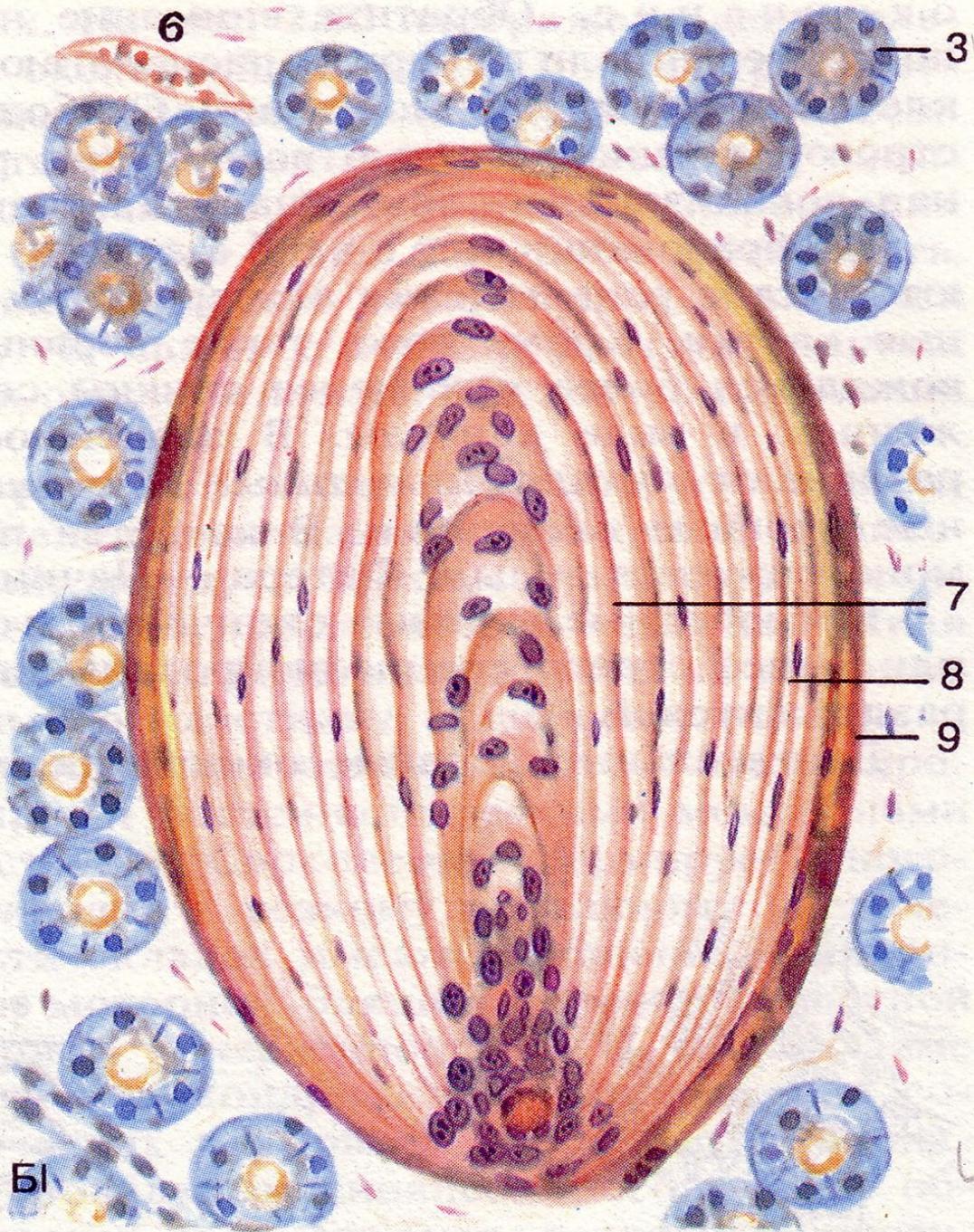
- Локализация: глубокие слои кожи, поджелудочная железа, брыжейка, сердце, вегетативные ганглии и др.
- Размеры: от 0,1 -0,2 мм в коже пальцев до 6 мм в периосте пятки.

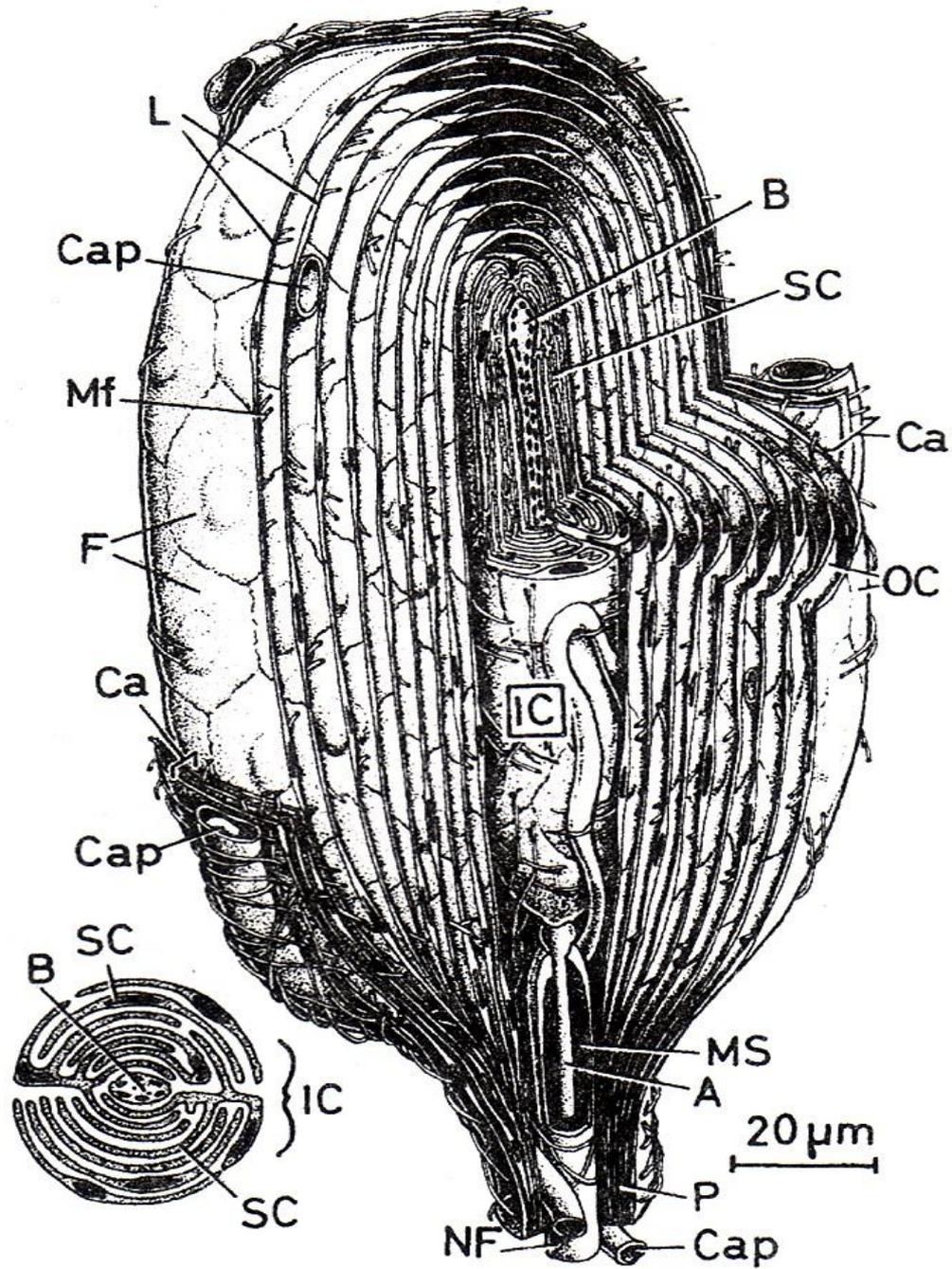


**Тельце Фатера-Пачини**



Б II









# Строение

- Внутренняя глиальная колба – 60-70 пластинок, производное шванновской глии.
- Наружная соединительнотканная капсула – 10—60- пластин, производное фибробластов, коллаген, немного капилляров.

- Осевой цилиндр, теряя миелин, входит во внутреннюю колбу, разветвляется, заканчивается луковичными утолщениями.
- Механическое смещение пластин вызывает деполяризацию в осевом цилиндре. Рецептор давления и вибрации.

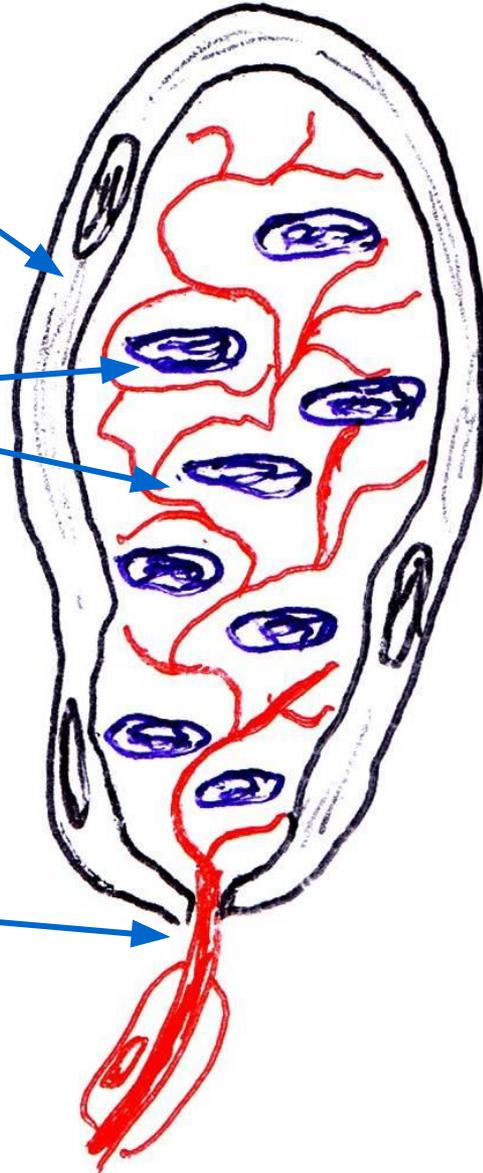
# Осязательные тельца Мейснера

- Локализация – сосочки кожи, особенно подушечек пальцев, губ, век и др.
- Длина около 120 мкм, толщина – 70 мкм.
- Механорецептор, осязание.

**Капсула**

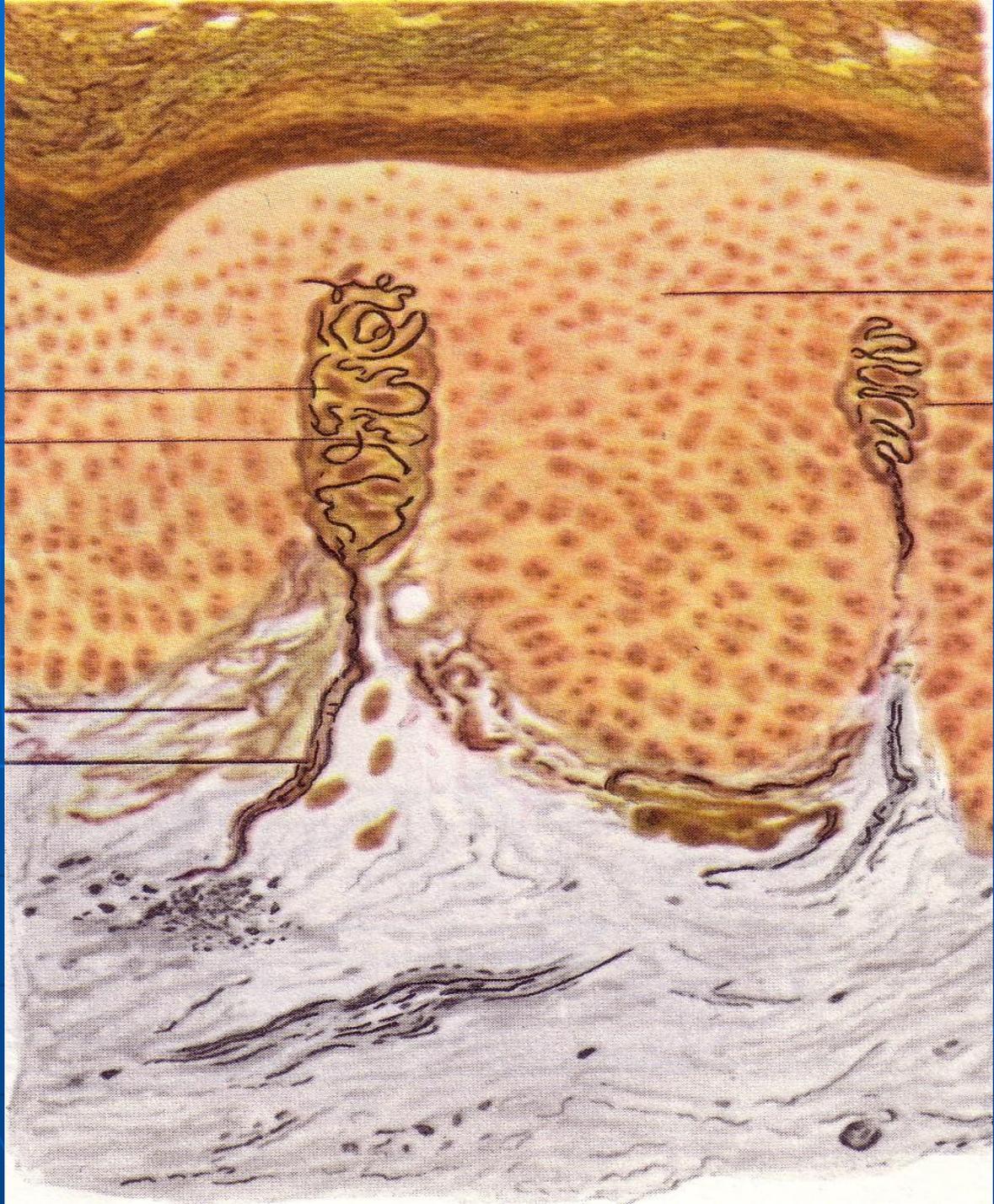
**Глия**

**Осевой  
цилиндр**



**Тельце Мейнера**

**Рисунок**

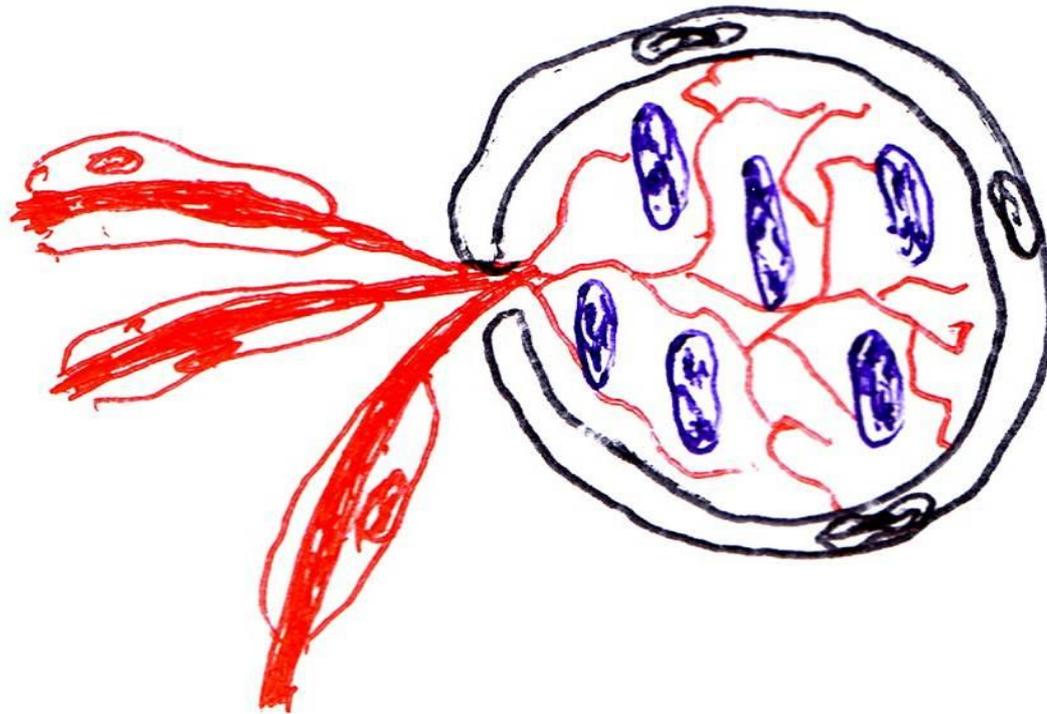


# Строение

- Тонкая соединительнотканная капсула.
- Внутри видоизмененные шванновские глиоциты, перпендикулярно длинной оси тельца.
- Осевой цилиндр входит в тельце, теряя миелин, разветвляется и оканчивается на глиальных клетках.

# Тельца Догеля (генитальные)

- Локализация: под эпидермисом наружных половых органов и рядом, в пещеристых телах, клиторе, сосках и др.
- Раздражение – кровенаполнение пещеристых тел, секреция Бартолиниевых желез, сексуальные реакции.



**Тельце Догеля**

## Строение:

- Тонкая соединительнотканная капсула.
- Внутри глиальные клетки.
- Внутрь входят не одно, а 2-3 нервных волокна.

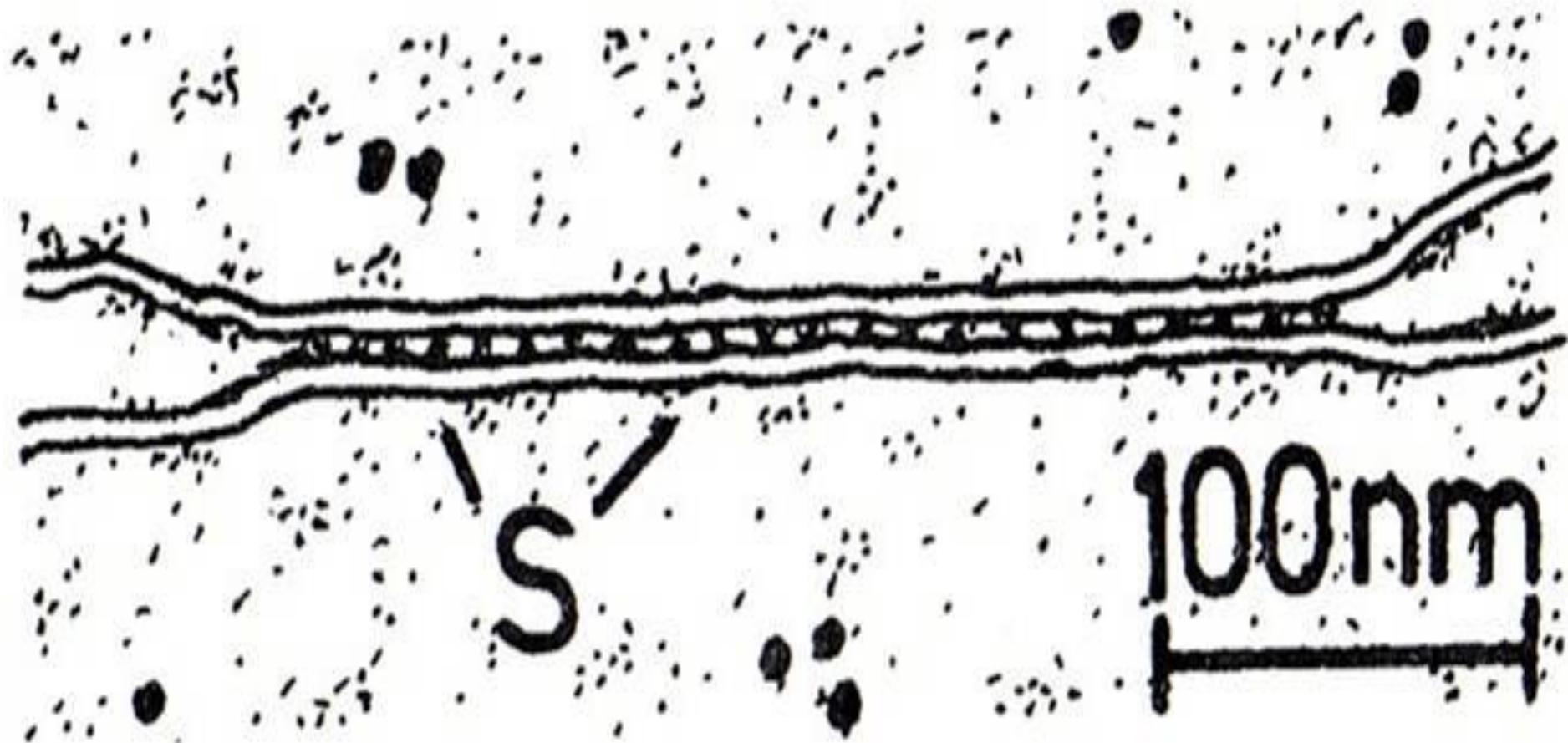
# Межнейронные синапсы

Шеррингтон в 1897 году предложил термин синапс для гипотетического образования, специализирующегося на обмене сигналами между нейронами.

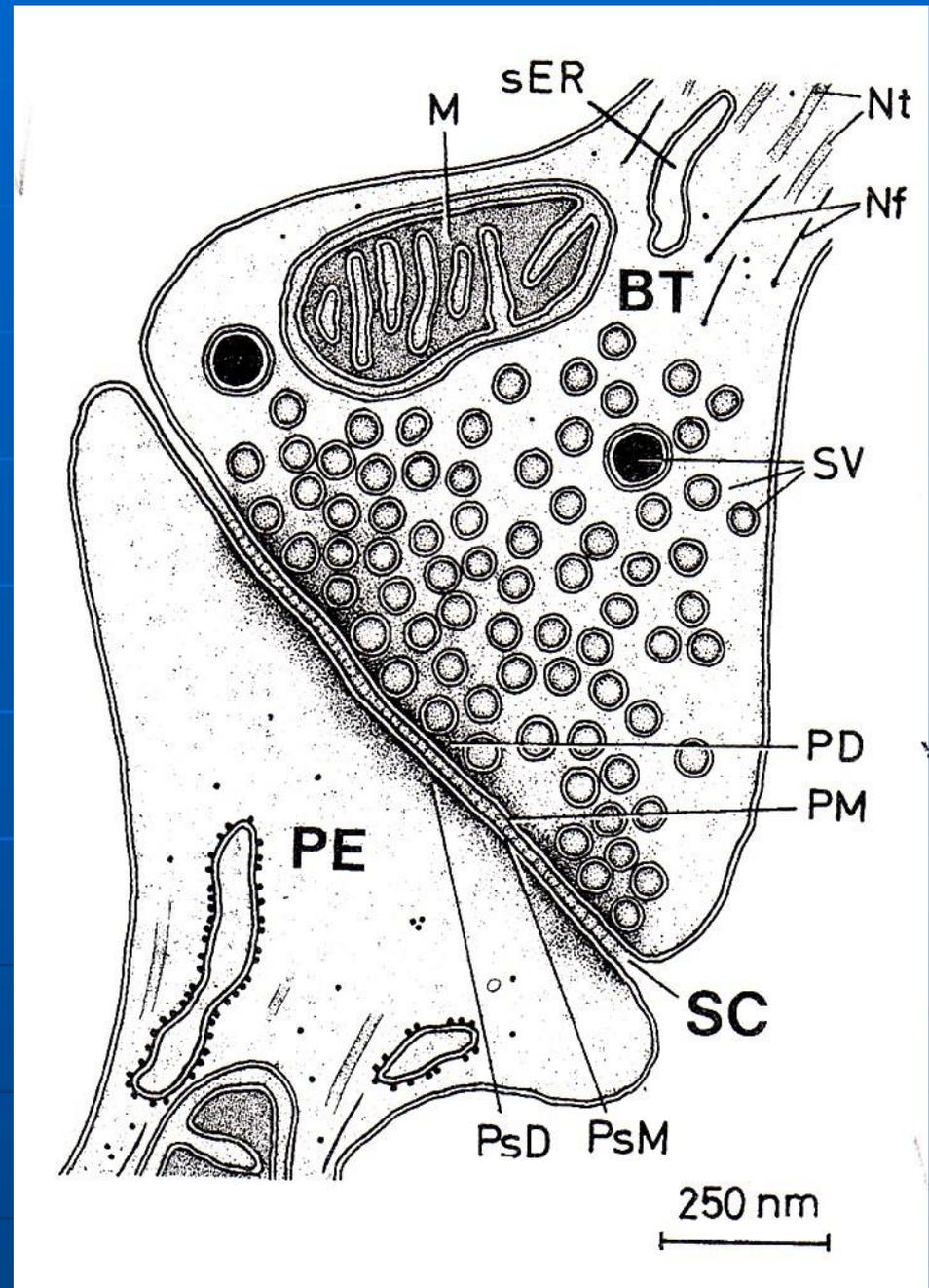
## Классификации

I. По способу (механизму) передачи импульса.

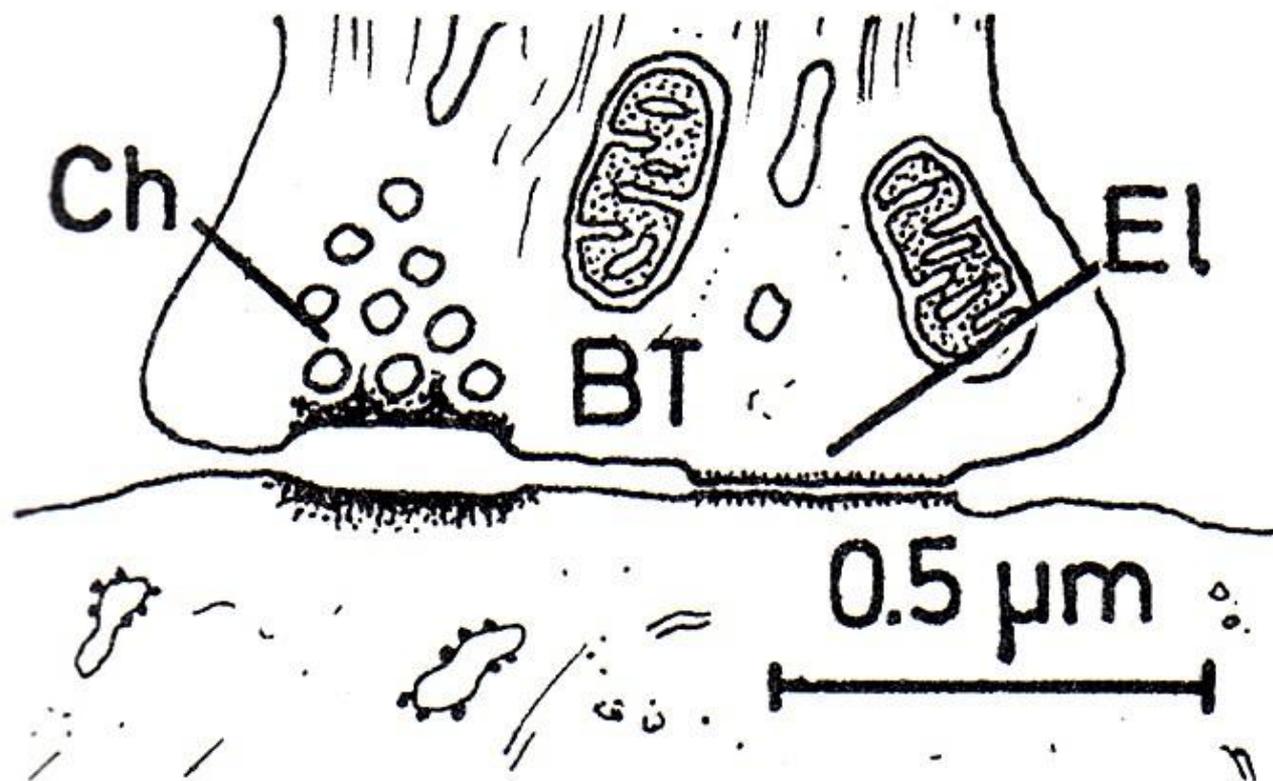
а) электрические – прямое прохождение потенциалов действия от нейрона к нейрону. Описан в 1959 г. Мембраны сближены на 2 нм, некусы, специальные каналы.



б) химические –  
передача с  
помощью  
нейромедиаторов.



в) смешанные



*BT – КБ, Ch – X, El – Э*

## II. Морфологическая (контактирующие отделы нейронов).

Аксо-дендрические, аксо-соматические,  
аксо-аксонные, дендро-дендрические  
(рецепторные).

Более редки сомато-аксонные, сомато-  
соматические и др.

### III. По эффекту действия:

- возбуждающие
- тормозные

## IV. По составу нейромедиатора

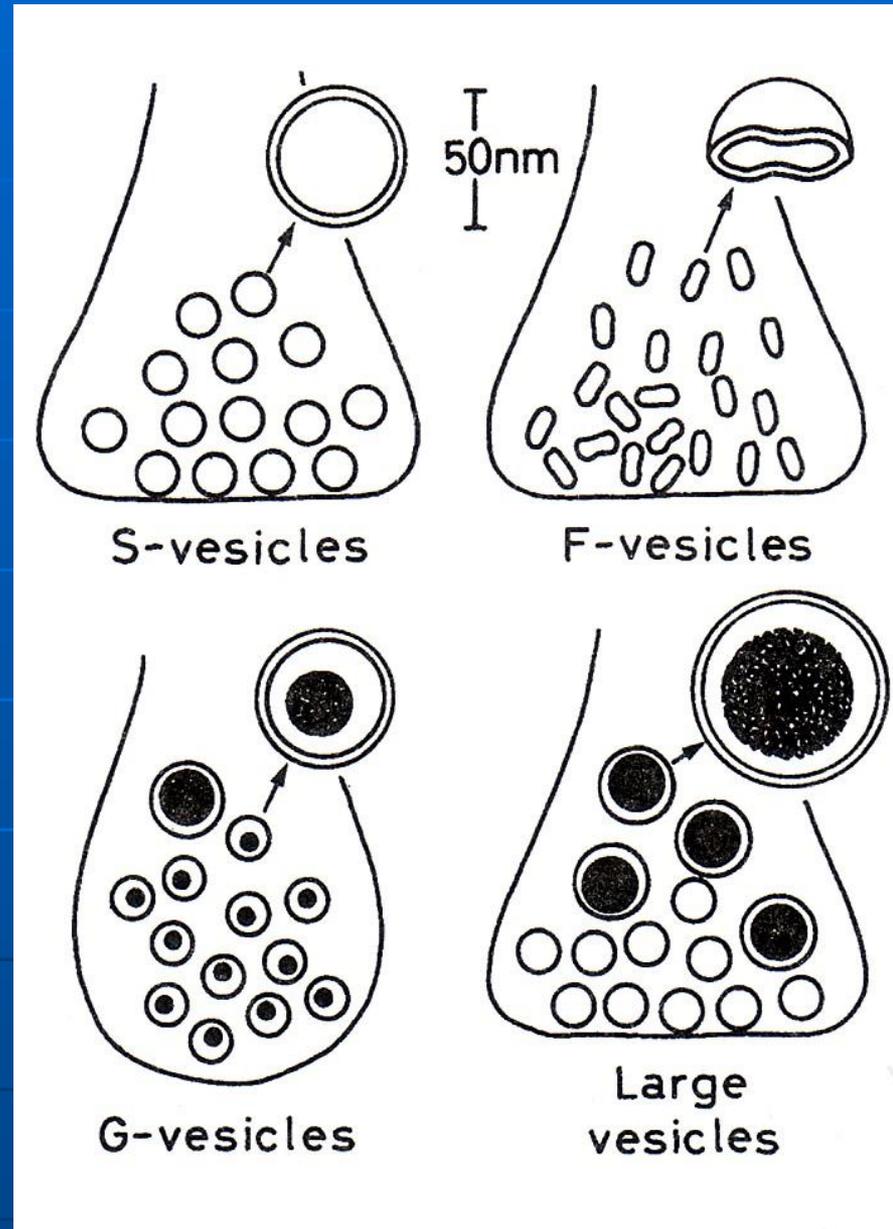
- Холинергические – медиатор ацетилхолин.
- Адренергические – норадреналин.
- Серотонинергические – серотонин.
- Аминокислотергические.
  - ГАМК-ергические  
(гаммааминомасляная кислота)
  - глицинергические

**Тормозные**

## По структуре синаптических пузырьков

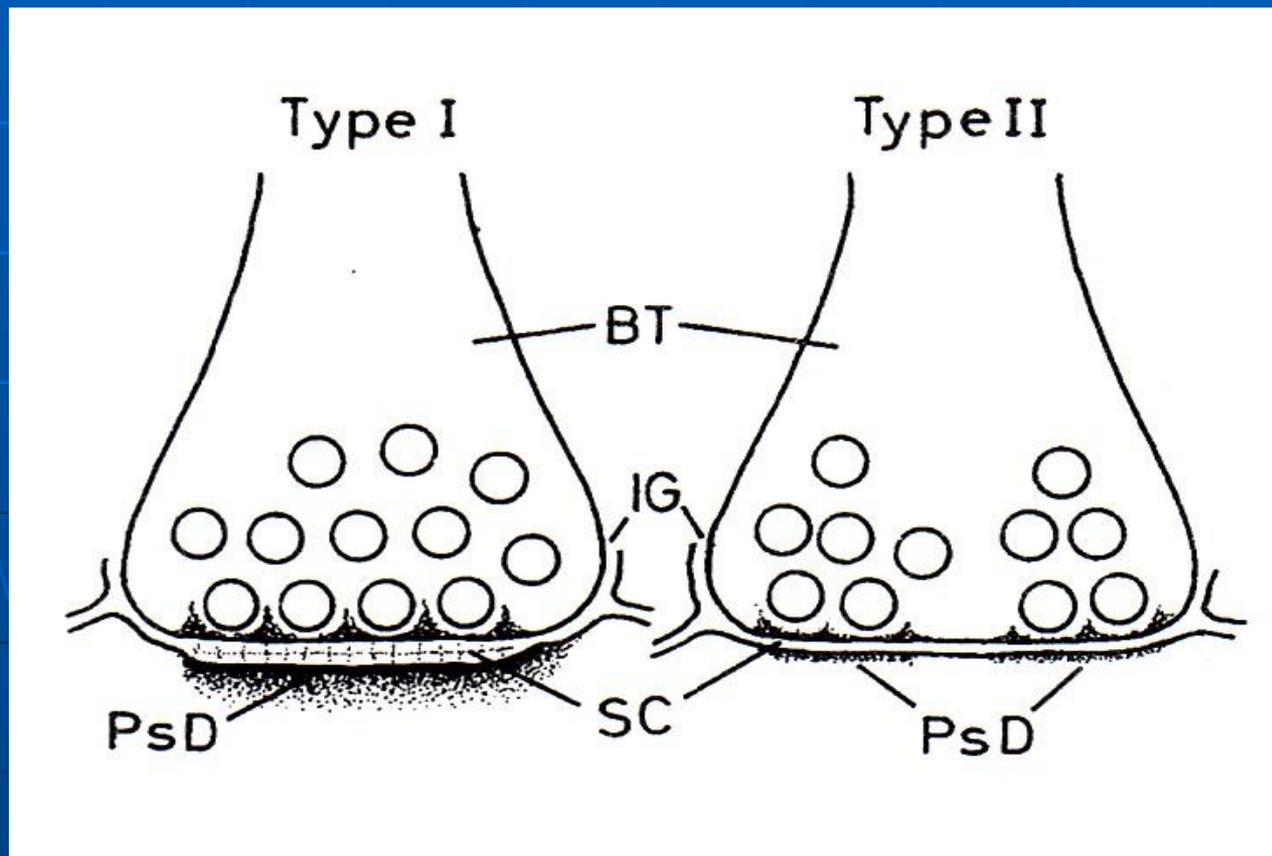
- S-пузырьки, прозрачные,  $\varnothing$  40-60 нм (ацетилхолин, серотонин, ГАМК)
- F-пузырьки, уплощенные, 30x60 нм (медиатор не ясен)
- G-пузырьки, гранулярные,  $\varnothing$  40-60 нм, гранулы  $\varnothing$  25 нм (норадреналин)
- L-пузырьки, крупные,  $\varnothing$  80-100 нм, осмиофильное ядро  $\varnothing$  50 нм (допамин);

По строению пузырька  
нельзя определить  
медиатор.



## V. По выраженности пре- и постсинаптических уплотнений (по Грею).

- Асимметричные (тип 1)
- Симметричные (тип 2)



# Строение



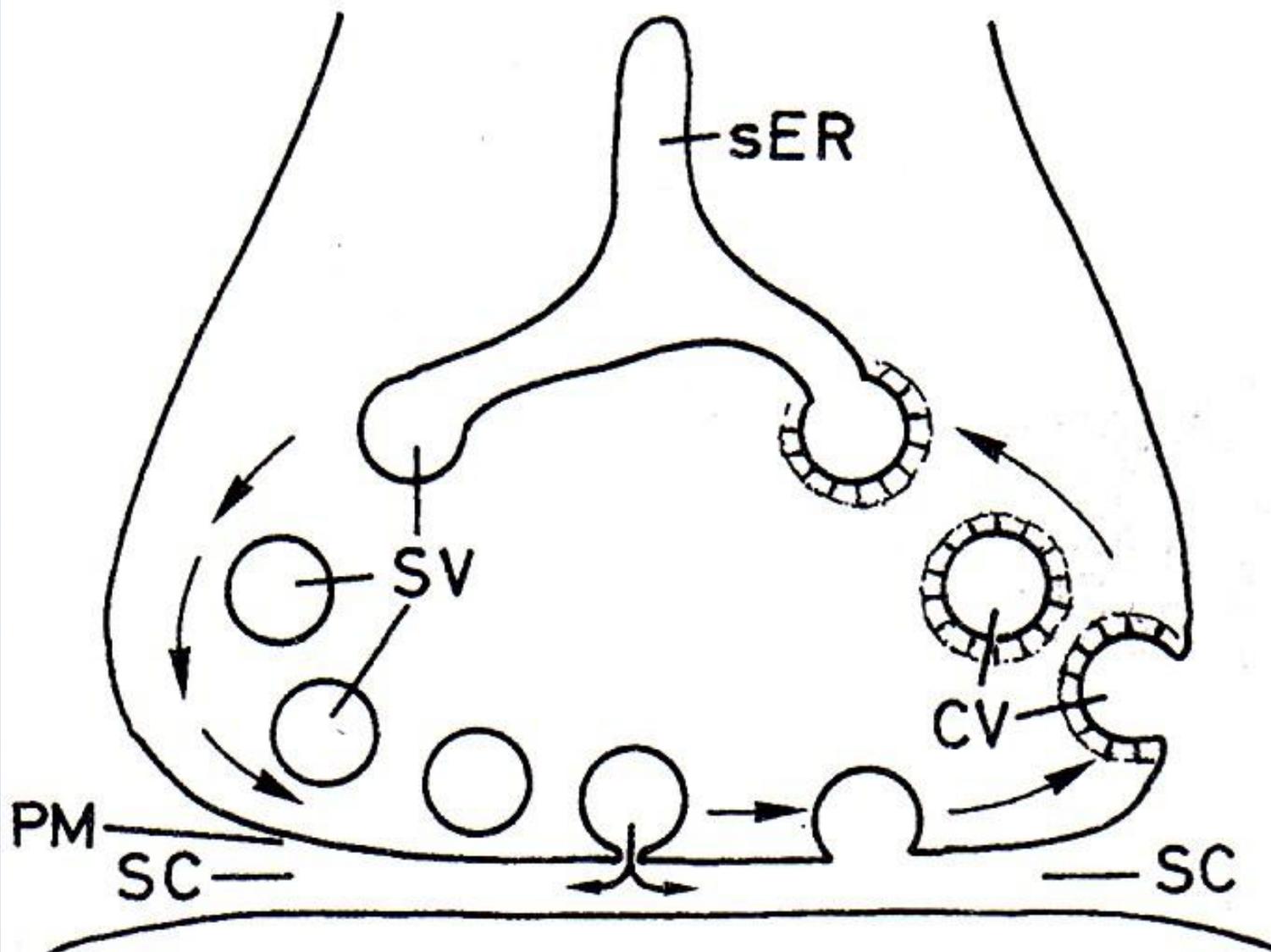
- Пресинаптический отдел содержит:
  - синаптические пузырьки;
  - митохондрии;
  - агранулярные ЭПС;
  - нейротубулы и нейрофиламенты;
- Пресинаптическая мембрана покрыта плотными проекциями – конусовидные бугорки, образующие гексагональную решетку.

- Постсинаптический отдел
- постсинаптическая мембрана;
- субсинаптическое уплотнение;
- Синаптическая щель 20-40 нм, заполнена олигосахаридами.

# При проведении нервного импульса

- ❏ деполяризация пресинаптической мембраны;
- ❏ увеличивается ее проницаемость для ионов  $Ca^{++}$  (поступают в пресинаптический отдел);
- ❏ пузырьки сливаются с пресинаптической мембраной, изливают медиатор в синаптическую щель.

- ✚ в постсинаптической мембране рецепторы связываются с медиатором, открываются каналы для ионов  $\text{Na}^+$ , деполяризация (в возбуждающих синапсах);
- ✚ открываются каналы для ионов  $\text{Cl}^-$ , гиперполяризация (в тормозных синапсах).



**Обновление синаптических везикул**

# Структурные основы обучаемости и памяти

- В основе 3 процесса: усвоение, хранение, воспроизведение информации.
- Различают 3 разновидности или фазы памяти:
  - непосредственная (сверхкратковременная) – несколько секунд;
  - кратковременная – несколько минут;
  - долговременная – часы, годы;

Структурные основы не вполне изучены.

- Гипотеза Лоренте де Но (1938 г.) нейронных контуров, замкнутых цепей, в которых циркулируют нервные импульсы.

Объясняют кратковременную память.

- Пластическая гипотеза (Рамон и Кахал).

- при обучении химические изменения в нейроне (синтез РНК, белка) приводят

- к изменениям структуры, появлению выростов на отростках

- образованию синапсов.

Синапс обладает памятью.

- В коре мозга постоянное обновление синапсов – редукция существующих и образование новых;
- Это касается 10-20 % синапсов, остальные стабильны.  
(по Н.Н. Боголепову)