

**Нейрон.  
Межклеточная  
передача  
информации**

# Физиология нейрона

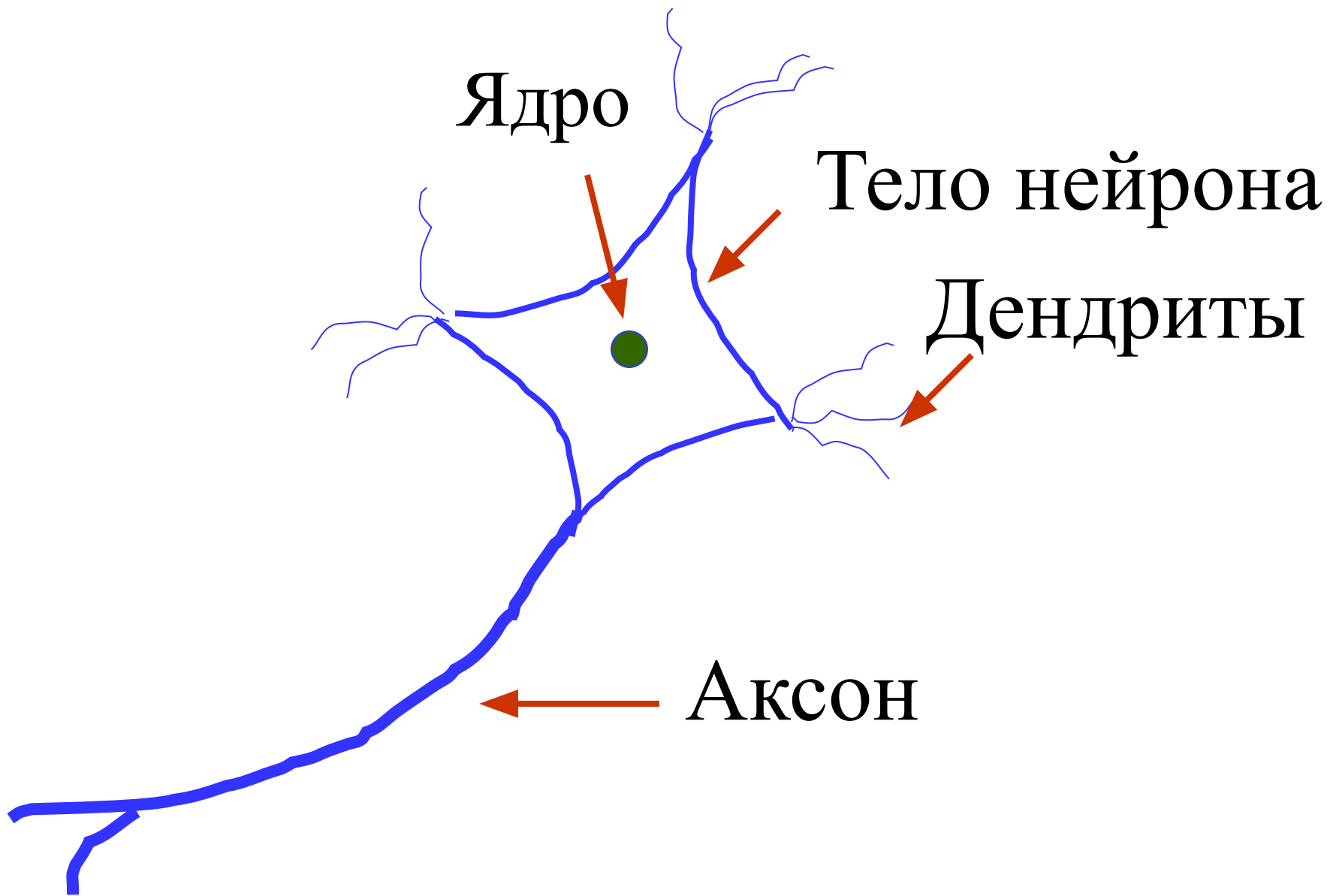
- Нейрон – это структурно-функциональная единица нервной системы.
- Нейрон состоит из тела, дендритов, аксона.
- Место выхода аксона - аксонный холмик.

- Аксон ветвится, образуя коллатерали.
- Окончания аксонов являются пресинаптическими структурами.

# Классификация нейронов.

- а) По морфологическим признакам: униполярные, биполярные, мультиполярные.
- б) По функции: чувствительные, вставочные, двигательные.
- в) По характеру влияния на другие структуры: возбуждающие и тормозные.

# Функции отдельных частей нейрона.



- **Дендриты** – воспринимают информацию.
- **Аксон** – проводит возбуждение от тела к другим клеткам.

- **Сома (тело):**
- 1) суммирует возбуждающие и тормозные влияния;
- 2) синтезирует вещества для аксона и дендритов.
- Т. е. **сома** выполняет трофическую функцию по отношению к отросткам.



Взаимодействие нейрона с  
другими клетками.

Афферентная информация  
к нейрону может поступать

:

# 1. От других нейронов.

**Аксо-соматический**

**Аксо-дендритический**  
**синапс**

**синапс**

**Аксо-аксональный**  
**синапс**



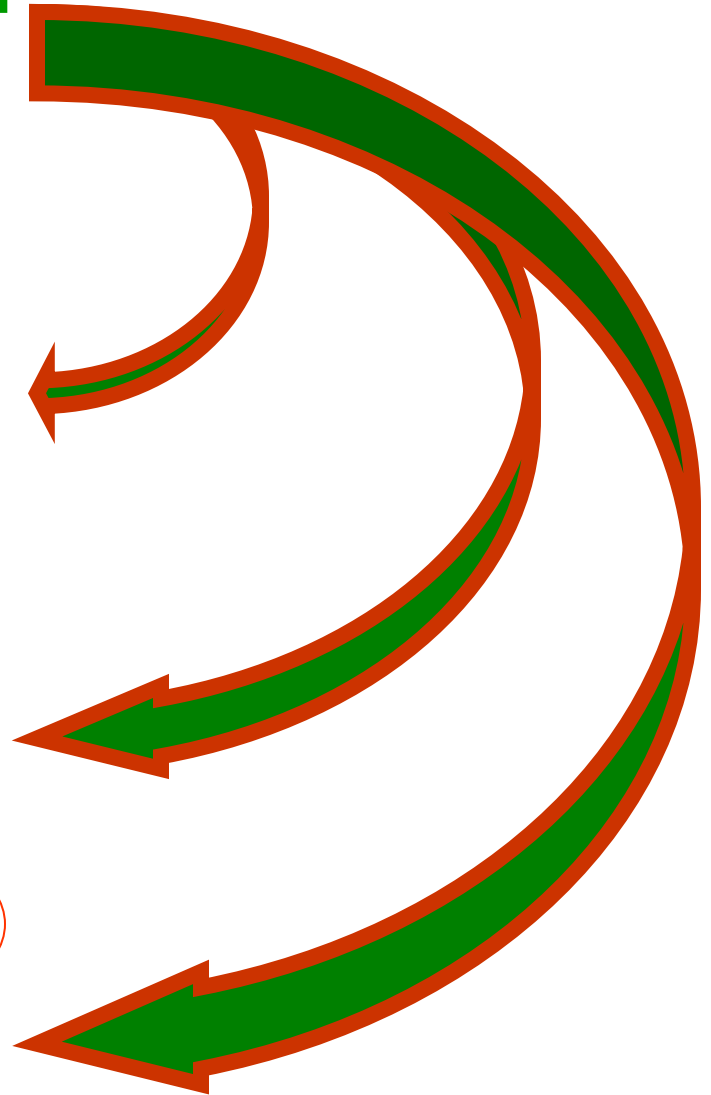
• 2. От рецепторов.

# Эфферентную информацию нейрон направляет:

К другим  
нейронам

К мышцам

К  
секреторным  
клеткам



**В результате связей нейронов  
с другими структурами  
образуются:**



**Рефлектор  
ные  
дуги**

**Нейронны  
е  
сети**

# Нейроглия

- Нейроглия окружает тело нейрона и его отростки.
- Нейрон и нейроглия разделены межклеточной щелью.



# Биоэлектрические явления в нейроне

# Потенциал покоя нейрона.

- В различных частях нейрона и в различных нейронах колеблется от -50 до -70 мВ.
- ПП обусловлен выходом калия из клетки и незначительным входом натрия в клетку.
- Ионные градиенты поддерживаются работой калий - натриевого насоса.





Амплитуда от 80 до 110 мВ

Длительность 1 -3 мс

Выражены следовые потенциалы

Следовая гиперполяризация

Следовая деполяризация

определяет частоту импульсов, возникающих в нервной клетке при естественном возбуждении.

# Условия возникновения потенциала действия -

- 1) Деполяризация мембраны до КУМП.
- Наиболее возбудим аксонный холмик и начальный сегмент аксона.
- Здесь и возникает ПД

- 2) Обязательно необходима суммация возбуждающих стимулов (1 стимул деполяризует аксонный холмик на 0,05мВ, а порог раздражения нейронов 5 – 10 мВ).

- 3) преобладание  
возбуждающих стимулов  
над тормозными

# Законы проведения возбуждения по нервам

# 1. Закон физиологической целостности

- Любые воздействия, нарушающие обратимо или необратимо работу ионных каналов мембраны нерва,
- приводят к нарушению проведения возбуждения по нервам. Применение - анестезия.

## 2. Закон изолированного проведения возбуждения

- В нервном стволе
- возбуждение (ПД) не передается
- с одного волокна на другое.

### **3) Закон двухстороннего проведения.**

**При раздражении аксона возбуждение можно зарегистрировать по обе стороны от места раздражения, а также в разветвлениях аксона.**



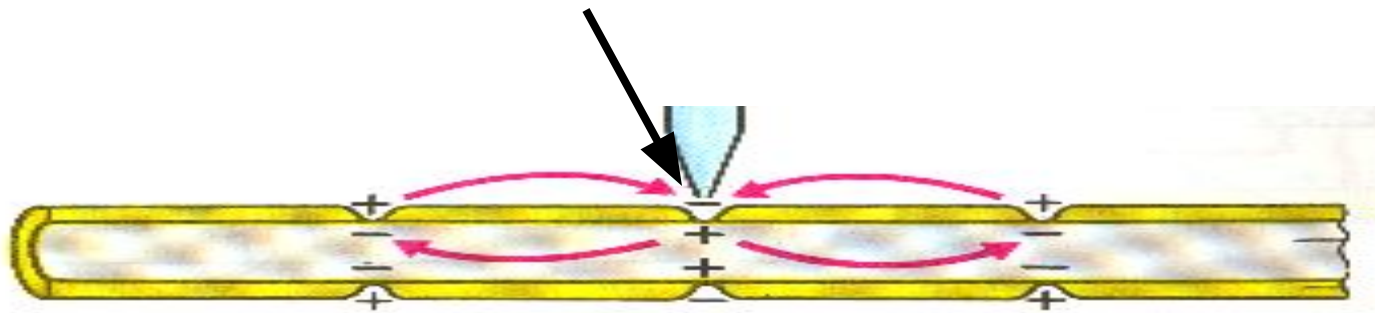
КЛАССИФИКАЦИЯ  
НЕРВНЫХ ВОЛОКОН ПО  
СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ  
ВОЗБУЖДЕНИЯ

- **Группа А.** Миелинизированные волокна, скорость проведения 20-120 м/с
- **Группа В.** Миелинизированные волокна, скорость проведения 5-20 м/с
- **Группа С.** Немиелинизированные волокна, скорость проведения 0,5-5 м/с

# Механизм распространения возбуждения по аксону

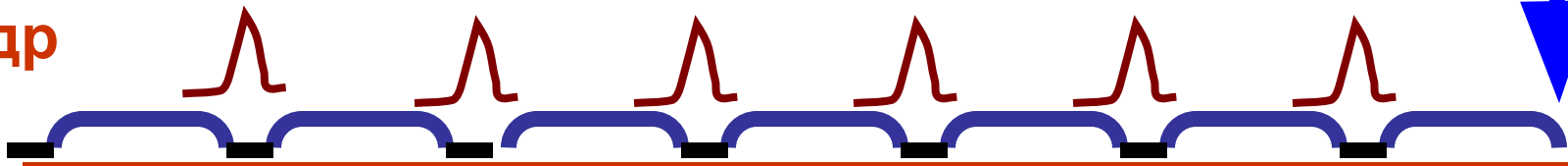
- В мякотных волокнах ПД распространяется скачкообразно (сальтаторно). Возникает в перехватах Ранвье. Высокая скорость проведения.

Деполяризованный участок  
(снаружи «-», внутри «+»)



Ток течет от «+» к «-»

Осевой  
цилиндр



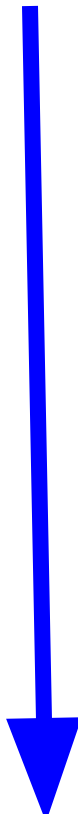
Миелиновая оболочка



Перехват Ранвье

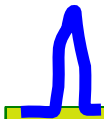


НЕРВНОЕ  
ВОЛОКНО

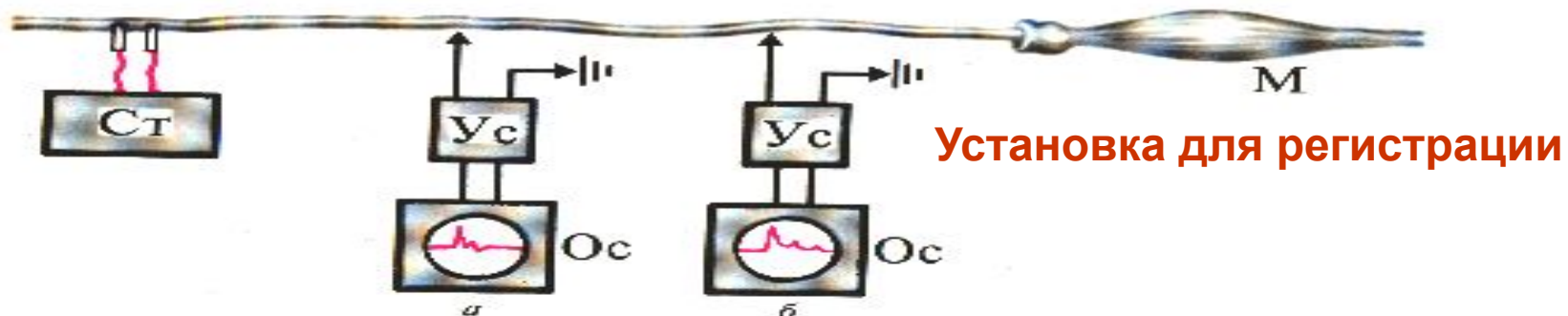


# В безмякотных волокнах

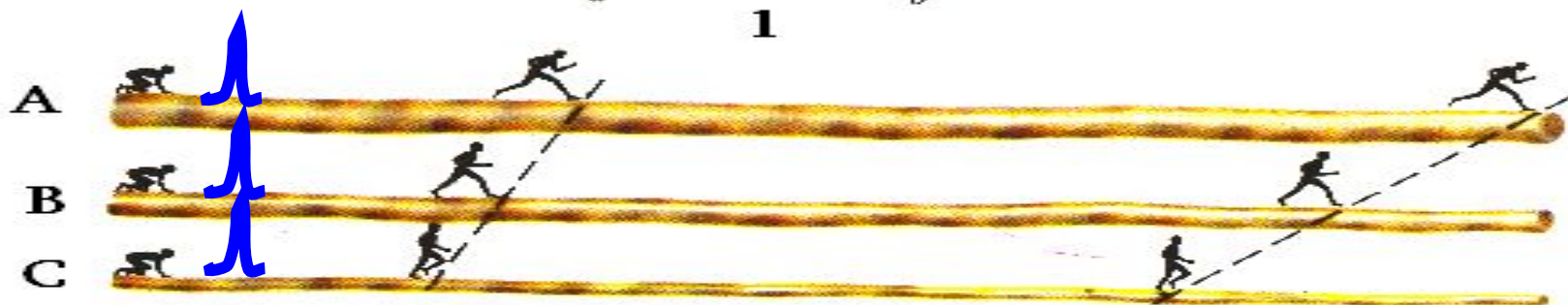
- ПД распространяется путем возникновения локальных токов, деполяризуя каждый участок мембраны последовательно (низкая скорость проведения возбуждения).



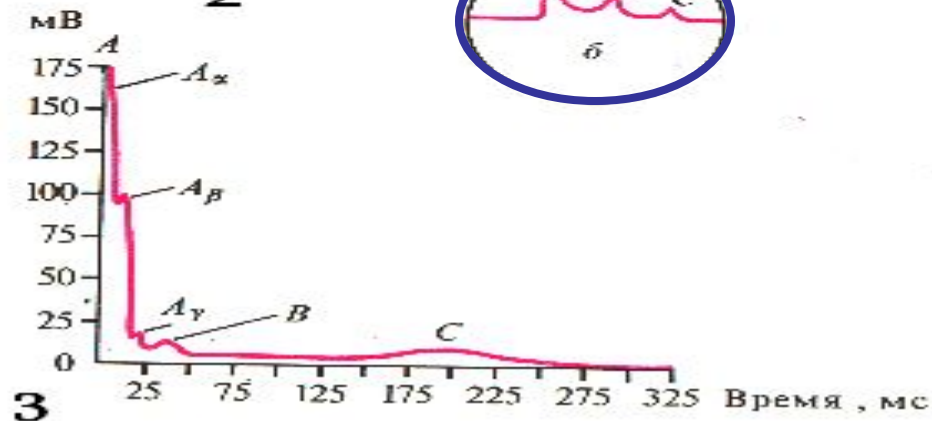
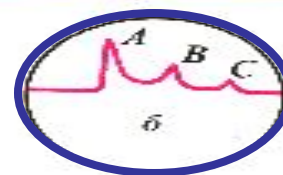
# Регистрация распространения возбуждения по нервам



1

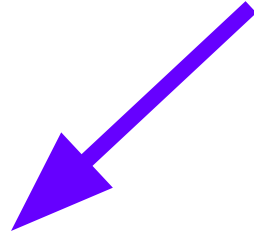


2

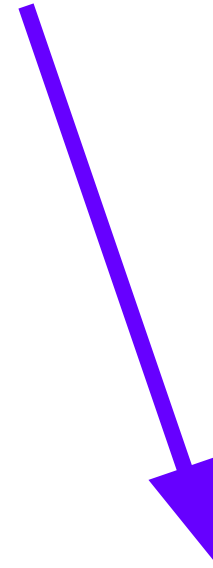


3

# Межклеточная передача возбуждения.



Электрическим  
способом через  
эфапсы



Химическим  
способом через  
синапсы

# Электрическая передача возбуждения.

- **1. Возможна при наличии между клетками тесных морфологических контактов (не более 5мм).**
- **2. Мембраны двух контактирующих клеток связаны поперечными каналами из белковых молекул.**
- **Каналы проходимы для тока и низкомолекулярных метаболитов.**



- 3. ПД распространяется как по непрерывным структурам.
- Пример: распространение возбуждения по функциональному синцитию

# **Общие свойства электрических эфасов.**

**быстродействующие**

**Обладают высокой  
надежностью**

**Слабо выражены  
следовые  
процессы**

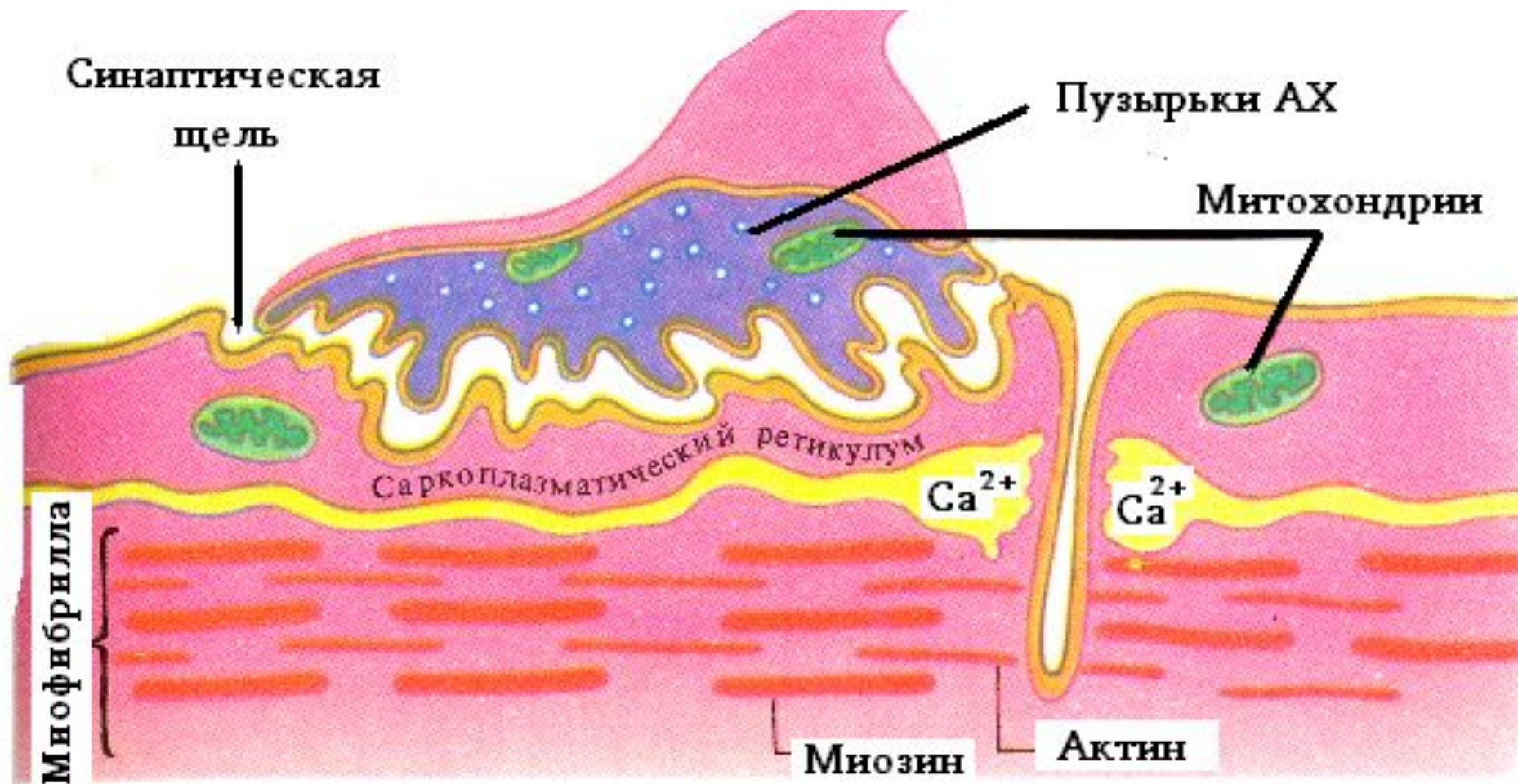
# **Локализация электрических контактов.**

- **1. В ЦНС «щелевидные контакты» между нейронами .**
- **2. В гладких мышцах и миокарде, имеющих синцитиальное строение.**

Элементы химического  
синапса:



# Нервно-мышечный синапс в разрезе



Общая характеристика  
синаптических медиаторов.  
Классификация медиаторов.

**Моноамин  
ы:**

Ацетилхолин

Норадреналин

И другие

**Аминокисл  
оты:**

Гамма

аминомасляная

**Другие  
вещества:**

АТФ,

Нейропептиды,

Энкефалины

И др.



# Синтез медиатора

- **Осуществляется в теле нервной клетки. В везикулах медиатор**
- **транспортируется к нервному окончанию.**
- **В нервномышечном синапсе медиатор может синтезироваться и упаковываться в везикулы в нервном окончании.**

# **Классификация рецепторов к медиаторам.**

- **Каждому медиатору соответствует свой рецептор, получивший название от медиатора:**

- К ацетилхолину (АХ) -  
никотинчувствительный  
холинорецептор (Н-ХР),
- или  
мускаринчувствительный  
(М- ХР)

- К норадреналину (НА)  $\alpha$  или  $\beta$  – адренорецептор,
- и т. д.

- Рецептор с наружной стороны мембраны имеет участки сродства к медиатору.
- С внутренней стороны может быть связан с катионным или анионным каналами.

- Взаимодействие медиатора с рецептором приводит к открытию каналов, движению ионов, **метаболическим эффектам.**

- Возбуждающий или тормозной характер медиатора зависит от характера рецептора.
- Так, ацетилхолин в скелетной мышце через Н-ХР вызывает возбуждение.
- В сердце через М-ХР - торможение.

**Секреция медиатора и  
биоэлектрические явления в  
синапсе.**



- В условиях покоя из области пресинаптической мембраны спонтанно выделяются кванты медиатора.
- В кванте медиатора содержится 7000-10000 молекул АХ.

- Единовременное выделение от 4 до 20 тысяч молекул вызывает возбуждение рецепторов постсинаптической мембраны
- и открытие хемочувствительных каналов.
- Возникают миниатюрные постсинаптические потенциалы (МПП).

- Приход нервного импульса вызывает увеличение квантового освобождения медиатора,
- возникает более значительная де- или гиперполяризация постсинаптической мембраны,
- т.е. возбуждающие или тормозные постсинаптические потенциалы (ВПСП или ТПСП)

# **Механизм синаптической передачи в возбуждающей синапсе.**

- **Нервный импульс** →  
**деполяризация**  
**пресинаптической мембраны**  
→ **вход кальция в**  
**пресинаптическую терминаль**  
→ **квантовый выход**  
**медиатора** →

- взаимодействие медиатора с постсинаптическим рецептором →

- открытие хемочувствительных натриевых каналов на постсинаптической мембране →

- вход натрия в клетку →

- развитие возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП), который по свойствам похож на локальный ответ →
- ВПСП возбуждает внесинаптическую электрогенную мембрану, в которой открываются потенциалзависимые натриевые каналы,

- натрий входит в клетку и возникает потенциал действия.



# **Механизм синаптической передачи в тормозном синапсе.**

- Медиатор, взаимодействуя с постсинаптическим рецептором,
- увеличивает проницаемость для ионов калия и хлора →
- возникает гиперполяризация постсинаптической мембраны → тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП).

- Между постсинаптической и внесинаптической мембранами возникает локальный ток, направленный к постсинаптической мембране
- Это снижает возбудимость клетки и вероятность ответа на проходящий сигнал.

# **Судьба медиатора в синапсе.**

- После взаимодействия с постсинаптическим рецептором медиатор расщепляется ферментами. Например, АХ – холинэстеразой.

- Продукты гидролиза АХ активно транспортируются в пресинаптическую терминаль
- и используются для ресинтеза (повторного синтеза) медиатора.

# Свойства синапса.

- а) обеспечивает одностороннее проведение возбуждения.
- б) Синаптическая задержка - замедление скорости распространения возбуждения.
- в) Синапсы характеризуются легкой утомляемостью.

# Модулирование синаптической передачи.



- Модуляцией синаптической передачи называют изменение свойств элементов синапса.

Последствия - изменение процесса синаптической передачи.

- Осуществляется гуморальными факторами, накопленными в синаптической щели и вокруг синапса:
- - продуктами гидролиза медиатора, не разрушенным медиатором, ионами, простагландинами , выделяемыми клеткой;
- веществами из внешней среды.

- Гуморальные вещества взаимодействуют с рецепторами пре – и постсинаптической мембраны
- и влияют на пре- и постсинаптические процессы синаптической передачи возбуждения

**Пресинаптические  
механизмы  
модуляции**

**Изменение  
проницаемости нервного  
окончания для  $Ca^{2+}$   
(токсин ботулизма,  
столбнячный токсин)**

**Изменение натриевой  
проницаемости  
нервного окончания**

**Изменение количества  
медиатора путем нарушения  
его синтеза или опустошения  
везикул с медиатором  
(резерпин)**

**Изменение квантового выхода медиатора**

# Постсинаптические механизмы модуляции

изменение количества  
рецепторов к  
медиатору  
(кураре, атропин,  
стрихнин)

изменение  
чувствительности  
постсинаптических  
рецепторов (при  
длительной работе  
синапса)

Изменение активности ферментов,  
разрушающих медиатор в синапсе  
(например, холинэстеразы)  
(физостигмин, неостигмин, ФОС)

Снижение вероятности возникновения  
постсинаптических потенциалов