

# Лекция №2

## ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

*БУЛЫГИН*

*АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ*

ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ

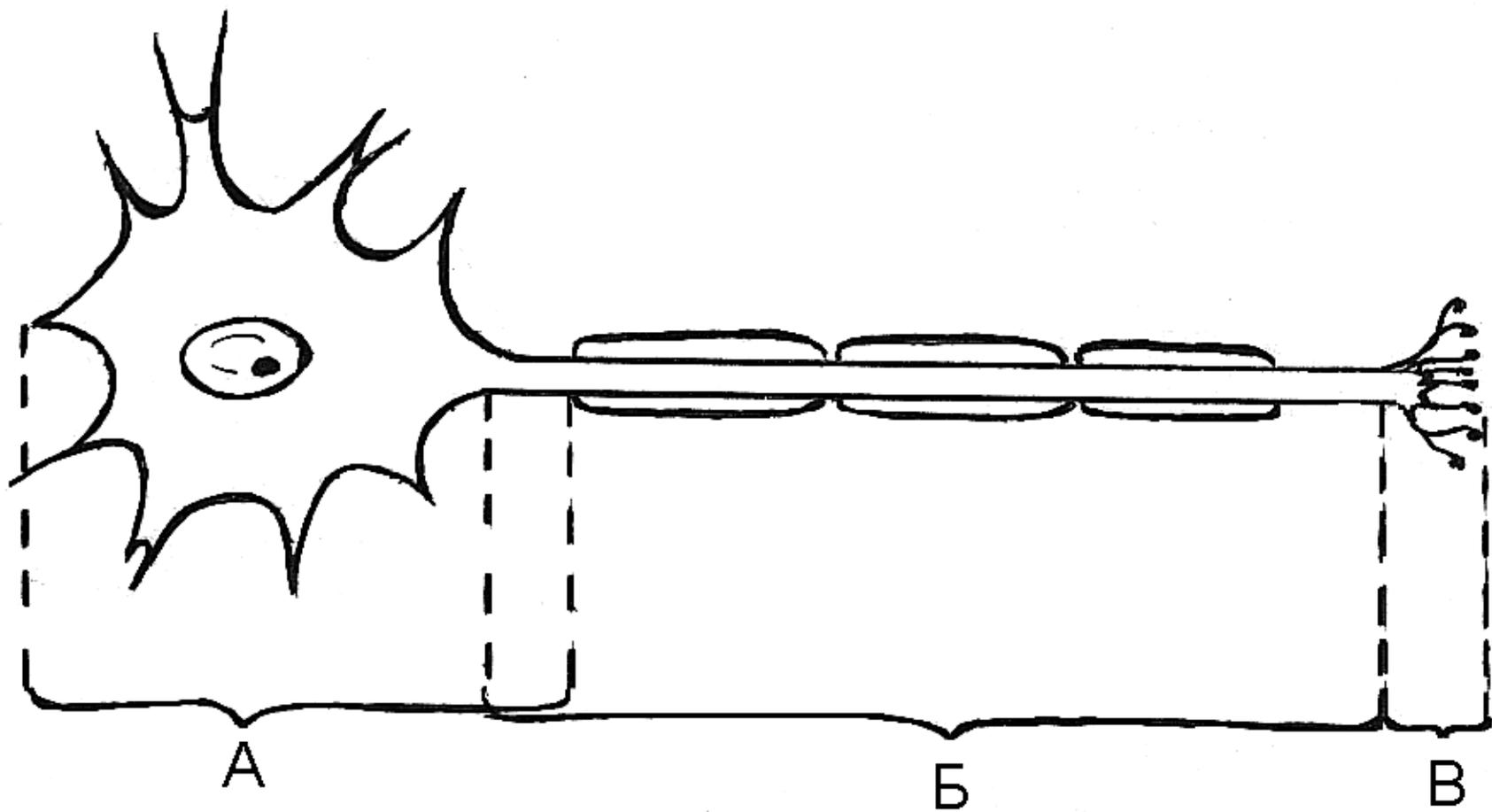
**Физиология нейрона.**

**Синапс. Рецепторы.**

**Физиология мышц.**

**Физиология секреторных**

**клеток**



# Сегменты нейрона

**А – рецепторный сегмент**

**Б - проводящий сегмент**

**В – эффекторный сегмент**

# Классификации нейронов

***Функциональная:***

**сенсорные;**

**ассоциативные;**

**моторные.**

***По характеру эффекта на  
последующую структуру:***

**возбуждающие;  
тормозные.**

*По количеству адекватных  
раздражителей:*

**МОНОМОДАЛЬНЫЕ**

*(моно- и поливалентные)*

**ПОЛИМОДАЛЬНЫЕ**

# **Модальность**

**Совокупность сходных  
сенсорных ощущений,  
возникающих при возбуждении  
одного анализатора**

# **Валентность**

**Отдельное качество той  
или иной модальности**

# ***По импульсной активности:***

- «молчащие»**
- с фоновой импульсной активностью**

***В зависимости от  
выделяемого медиатора:***

**адренергические;**

**холинэргические;**

**тауринэргические;**

**серотонинэргические**

**и др.**

# **Функциональные особенности нейрона**

# **Функциональные особенности нейрона**

- 1. Депо (O<sub>2</sub>, РНК, белка  
и др.) / мало гликогена/**
- 2. Высокая чувствительность  
к гипоксии**
- 3. Избирательная чувствительность  
к различным химическим веществам**
- 4. Разная возбудимость тела и отростков  
нейрона**

# **Функциональные особенности нейрона**

- 5. Двигательная активность**
- 6. Межнейрональные  
взаимоотношения**
- 7. Связь с глией (трофика)**
- 8. Высокая степень надежности  
(альтернативные пути обмена)**
- 9. Постоянная готовность  
к усилению активности**

# Функции нейроглии

**Опорная**

**Защитная**

**Барьерная (ГЭБ)**

**Трофическая**

**Двигательная**

**Секреторная**

# Нервная трофика

**Это несинаптическое взаимодействие  
нейронов:**

**нейромедиаторы**

**нейромодуляторы**

**нейротрофины (белки, пептиды)**

# Аксональный транспорт

## Антероградный

(нейромедиаторы, нейротрофины, нейромодуляторы)

Ретроградный (нейротрофины, отработанные вещества)

*быстрый ток - 5-10 мм/час*

*медленный ток - 1-3 мм/сутки*

# ***Генерализованная трофическая система***

***Это система трофического  
взаимодействия нейронов,  
находящихся на разном удалении  
друг от друга***

**Показатели  
функциональной  
активности нейрона**

# ***Структурные***

- **Уменьшение базофильного вещества Ниссля (тигроид)**
- **Увеличение размера ядра**
- **Увеличение количества митохондрий**
- **Увеличение числа «шипикиков»**

# ***Биохимические***

**Усиление обмена:**

- белков**
- жиров**
- углеводов**

# ***Физиологические***

- **Возрастает потребление кислорода**
- **Возрастает энергообмен**
- **Возрастает двигательная активность нейрона и нейроглии**
- **Увеличение или появление импульсной активности**

**СИНАПС**

# **Физиология синапса**

**Синапс - место контакта  
нейрона с любой другой  
возбудимой клеткой**

***Ч. Шеррингтон***

***(1897)***

# **Классификация синапсов**

***По локализации:***

**а/ центральные**

**б/ периферические**

***По функциональному  
значению:***

***а/ возбуждающие***

***б/ тормозные***

***По механизму передачи  
возбуждения:***

**а/ химические**

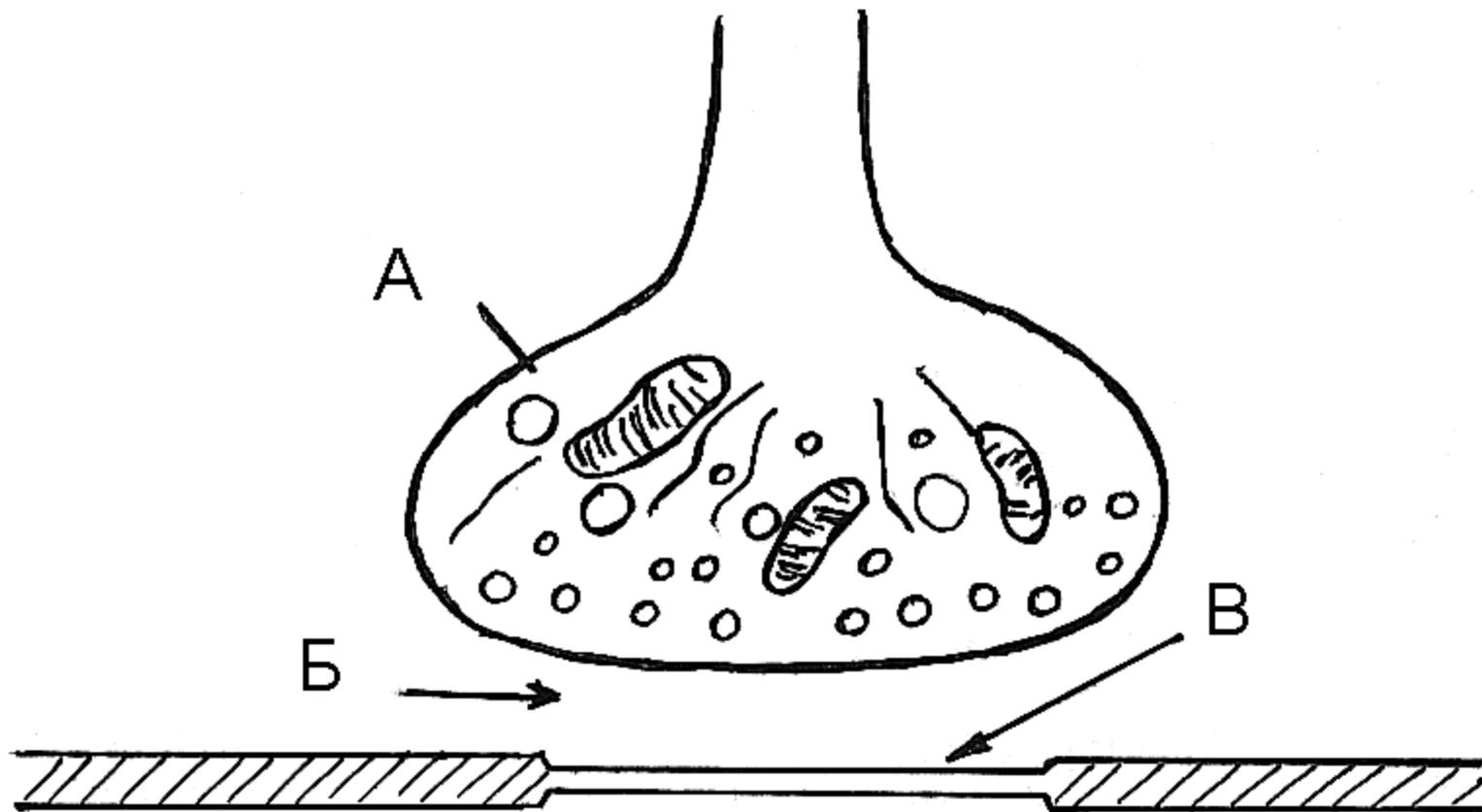
**б/ электрические**

**в) смешанные**

# Структура синапса

- 1. Пресинаптический аппарат**
- 2. Синаптическая щель**
- 3. Постсинаптическая мембрана**

# Структура синапса



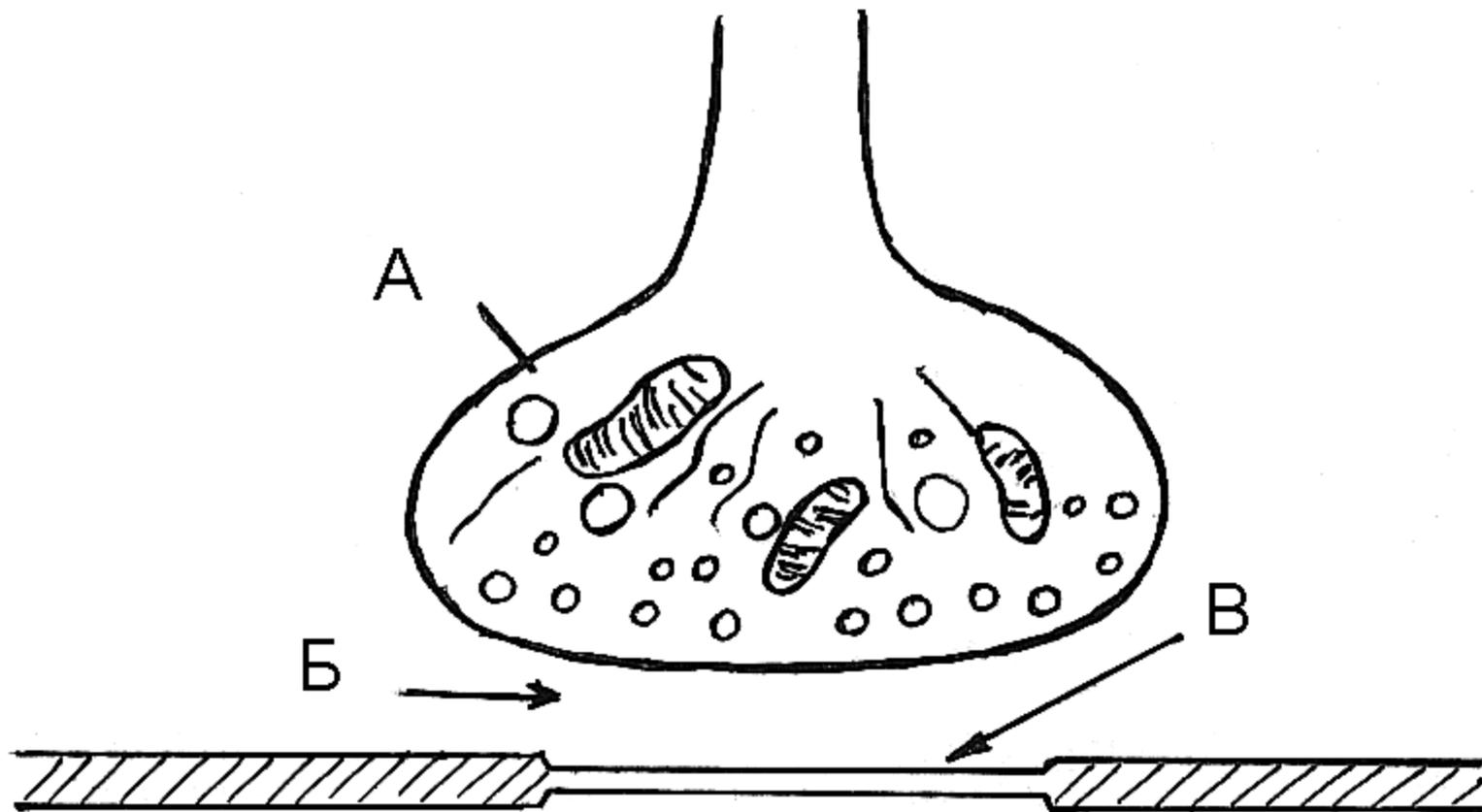
# Медиатор

Химическое вещество,  
способствующее передаче  
возбуждения с нейрона на  
другую возбудимую клетку

# Требования к медиатору

1. В пресинаптическом аппарате должен быть медиатор и фермент, участвующий в его синтезе
2. ПД → выход медиатора
3. На ПСМ – рецепторы к медиатору
4. ПД = аппликация медиатора на ПСМ  
(одинаковый эффект)
5. Вещества, изменяющие структуру медиатора, меняют и эффект раздражения на рабочем органе

# Структура синапса

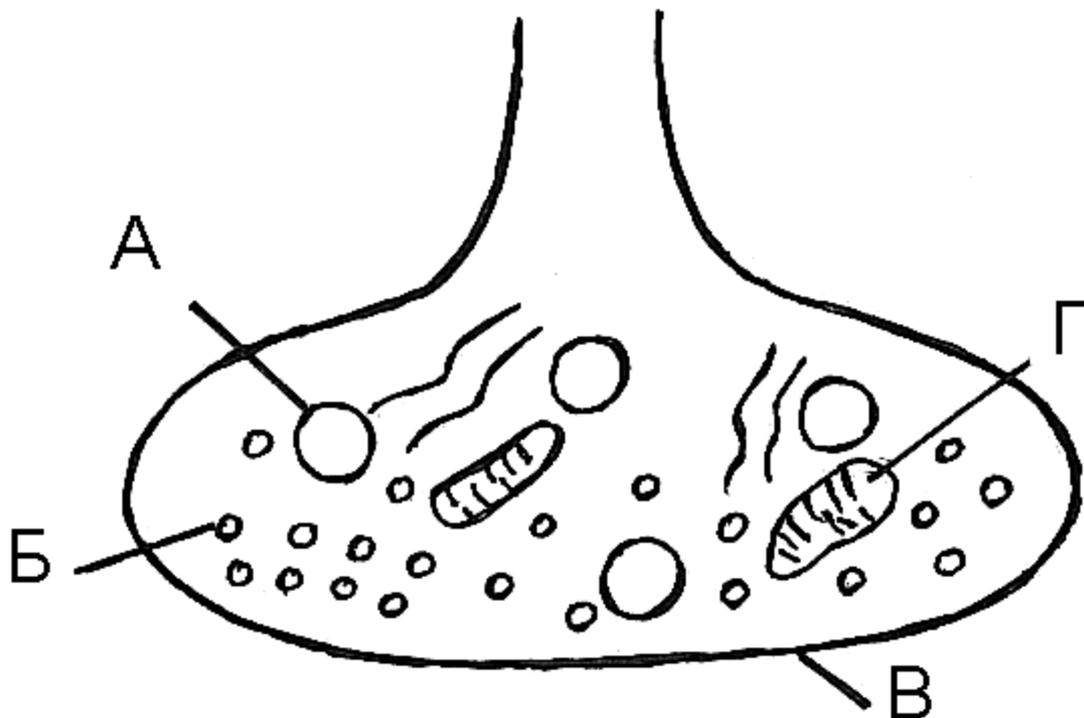


# Правило Г. ДЕЙЛА

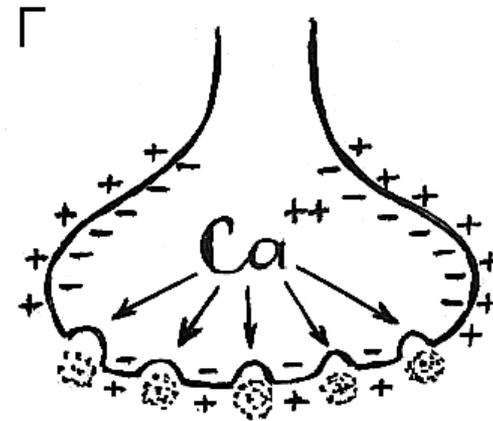
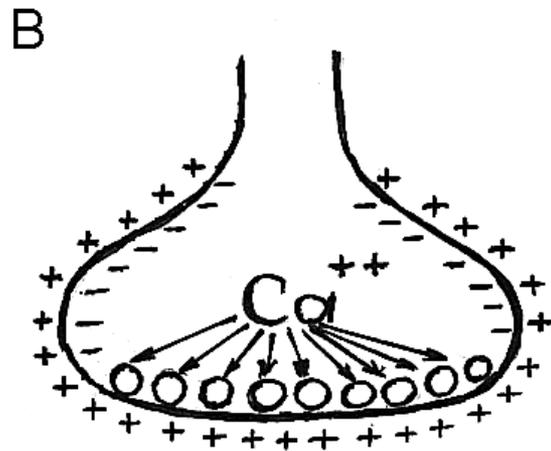
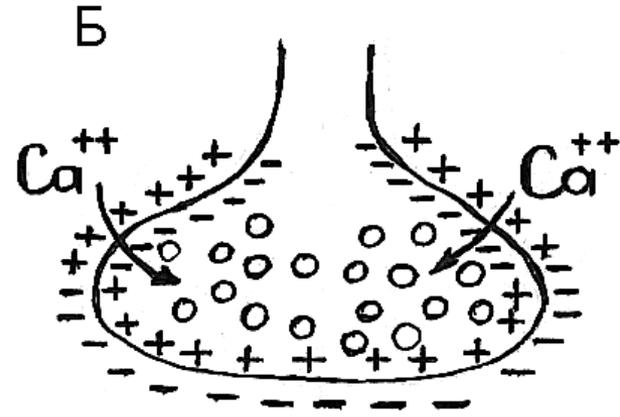
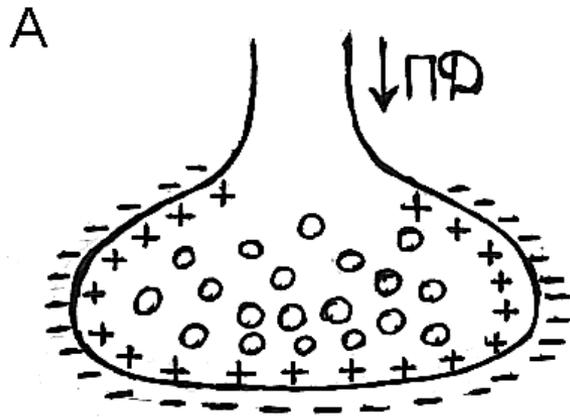
**Терминали одного аксона  
выделяют один и тот же  
медиатор!**

***(или одинаковый набор  
медиаторов)!!!***

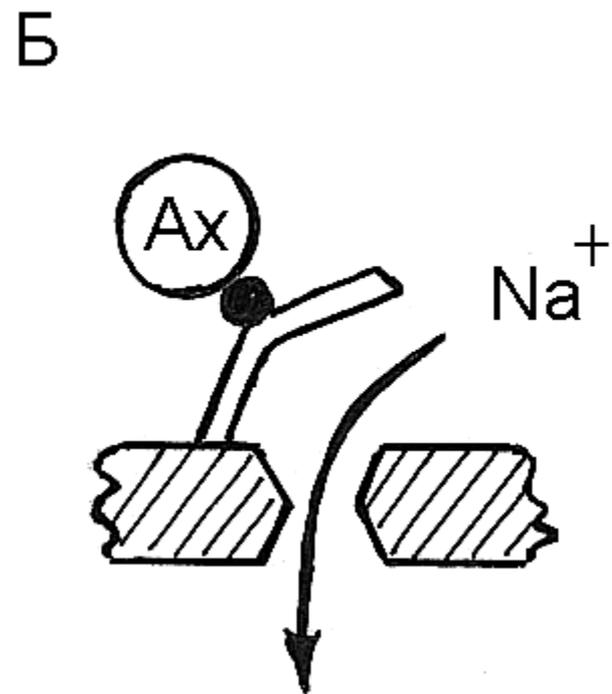
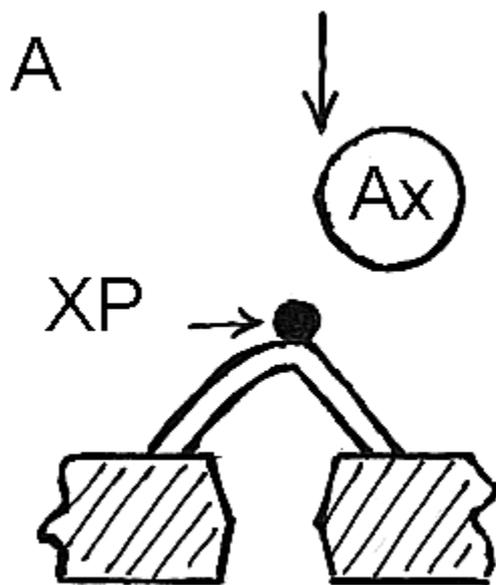
# Механизм передачи возбуждения в синапсе



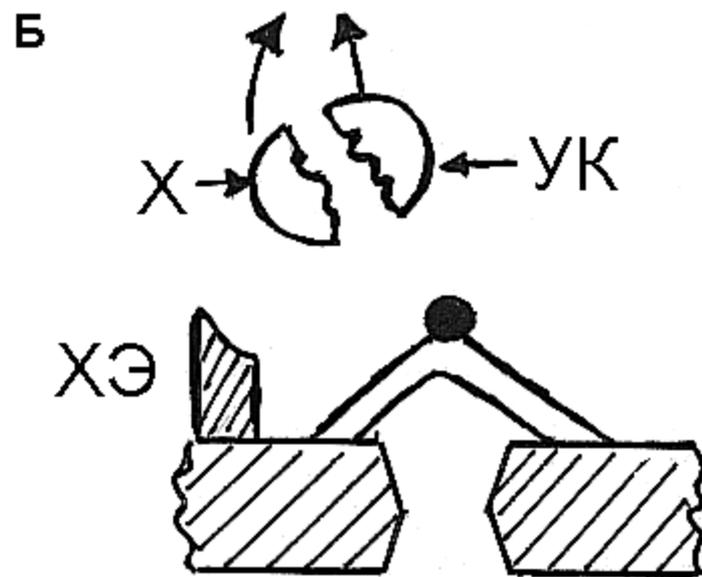
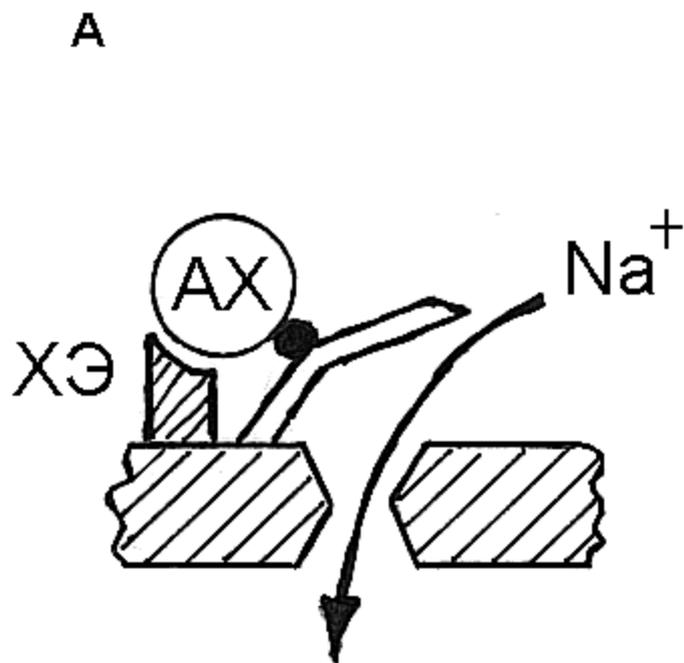
# Механизм передачи возбуждения в синапсе



# Механизм передачи возбуждения в синапсе



# Механизм передачи возбуждения в синапсе



# ПКП - потенциал концевой пластинки

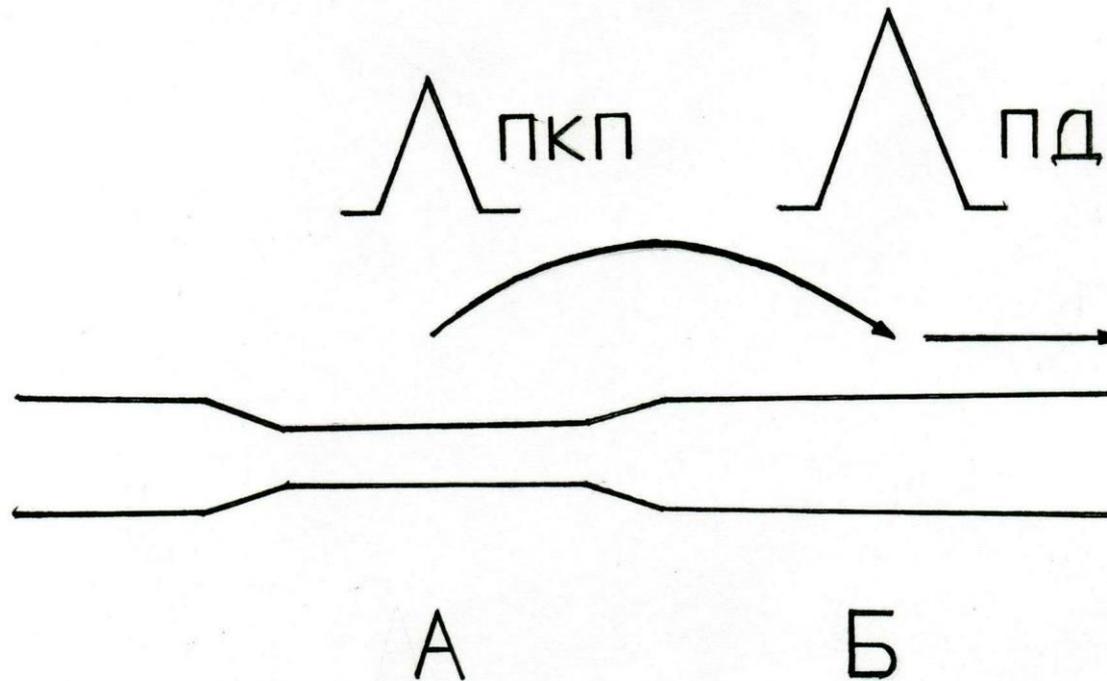
Формируется на  
постсинаптической  
мембране

*Является локальным  
ответом!!!*

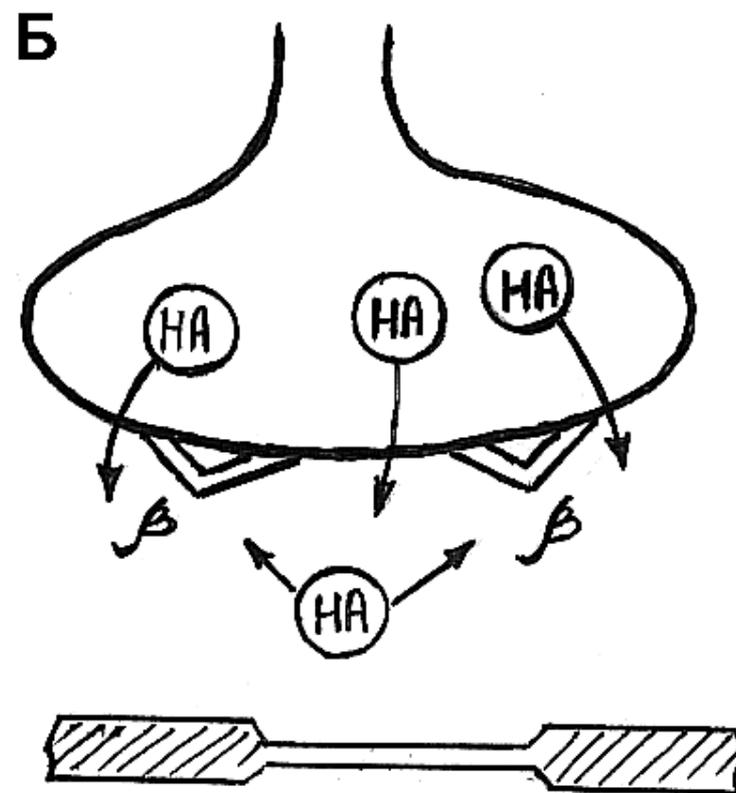
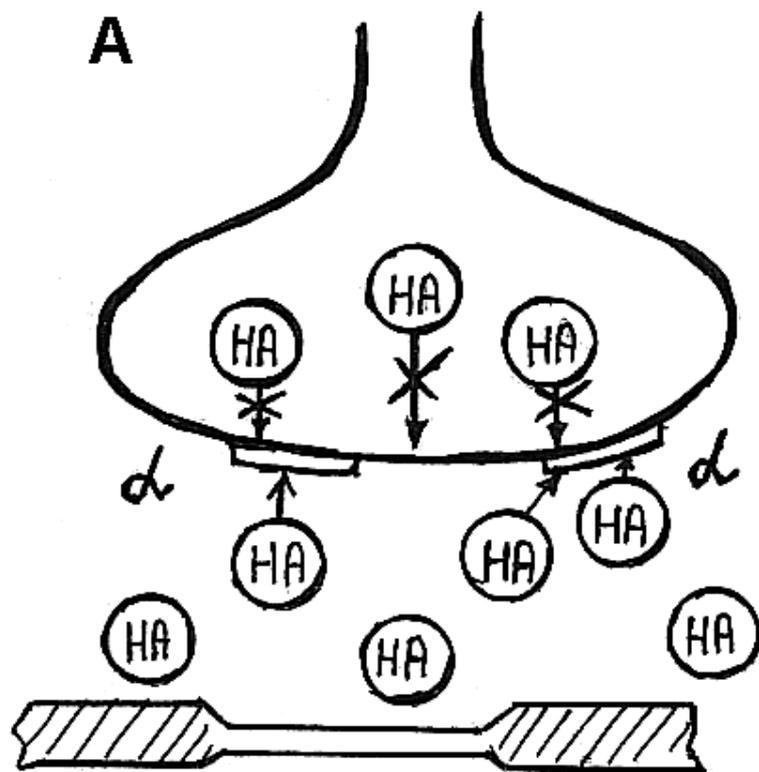
# **Судьба медиатора**

- Контактирует с холинорецептором**
- Разрушается холинэстеразой**
- Возвращается в пресинаптический аппарат**

# Механизм передачи возбуждения в синапсе



# Саморегуляция выделения медиатора в синапсе



# Возбуждающие синапсы

Медиатор (НА, АХ) → Na, Ca  
→ ВПСР

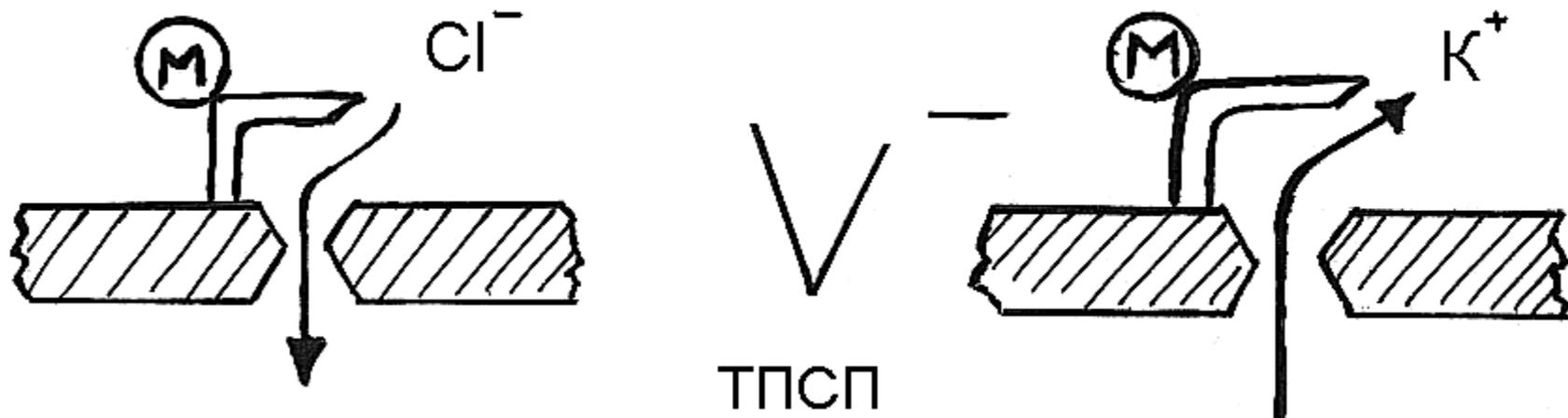
***ВПСР – это  
локальный ответ***

# Тормозные синапсы

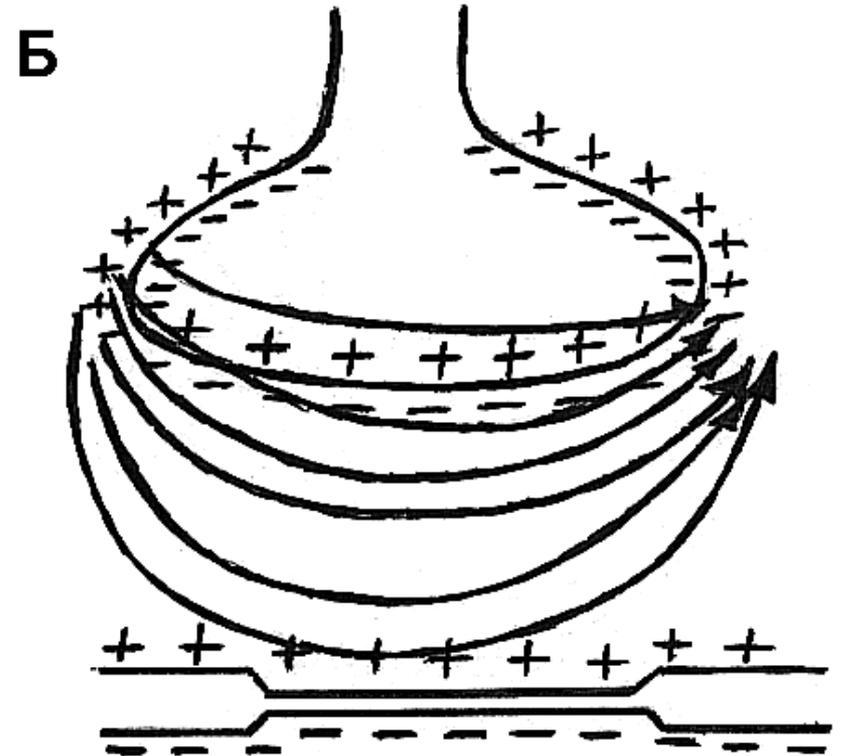
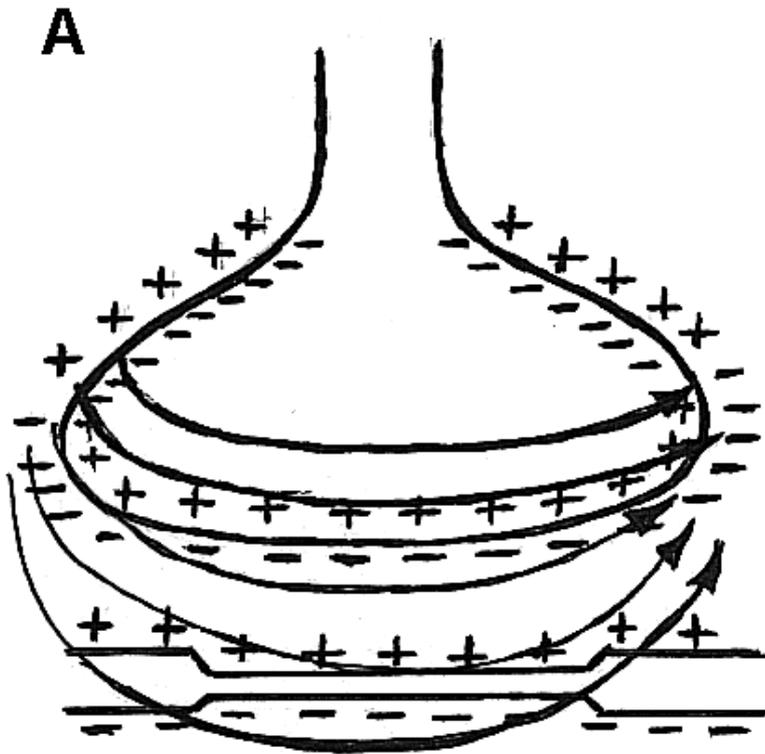
Медиатор (ГАМК, глицин, аланин) → К, СІ → ТПСР

***ТПСР – это локальный ответ***

# Тормозные синапсы



# Электрические синапсы



# Электрические синапсы

1. Синаптическая щель 5-6 нм
2. Локальные токи легко переходят на постсинаптическую мембрану  
(в химических синапсах только 1% )
3. Пре и постсинаптические мембраны электровозбудимы

# **Электрические синапсы**

- 1. Отсутствие синаптической задержки**
- 2. Двустороннее проведение возбуждения**
- 3. Отсутствие утомления**
- 4. Высокая лабильность**
- 5. Невозможно усиление сигнала**

**Физиология**

**Мышц**

# **Виды мышечной ткани**

**1. Поперечнополосатая  
скелетная**

**2. Поперечнополосатая  
сердечная**

**3. Гладкая**

# **Физиологические свойства МЫШЦ**

***возбудимость***

***проводимость***

***лабильность***

***сократимость - способность  
укорачивать свою длину и  
увеличивать напряжение при  
возбуждении;***

# **Физические свойства мышц**

***Растяжимость***

***Эластичность***

***Пластичность***

# **Растяжимость**

***Способность мышцы  
увеличивать длину под  
действием растягивающей ее  
силы.***

# ***Эластичность***

***Способность мышцы  
восстанавливать  
первоначальную длину или  
форму после прекращения  
действия растягивающей или  
деформирующей силы***

# ***Пластичность***

***Способность сохранять  
приданную растяжением длину  
без изменения напряжения.***

# **Функции скелетных мышц**

- 1. Поза и форма тела**
- 2. Перемещение тела и его частей**
- 3. Теплообразование**
- 4. Депо гликогена. Резерв белка.**
- 5. Механическая защита внутренних органов**

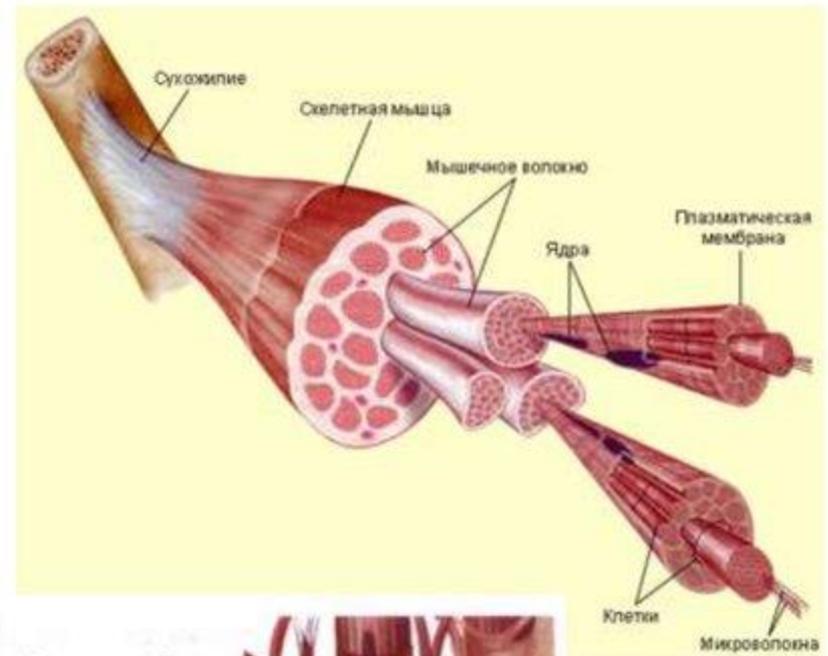
# Иерархия мышечных структур



# Строение мышцы

В состав мышцы как органа входят поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань, соединительная ткань, представляющая ее основу, рыхлая соединительная ткань, плотная соединительная ткань, сосуды, нервы. Основные свойства мышечной ткани – возбудимость, сократимость, эластичность – более всего выражены в мышце как органе.

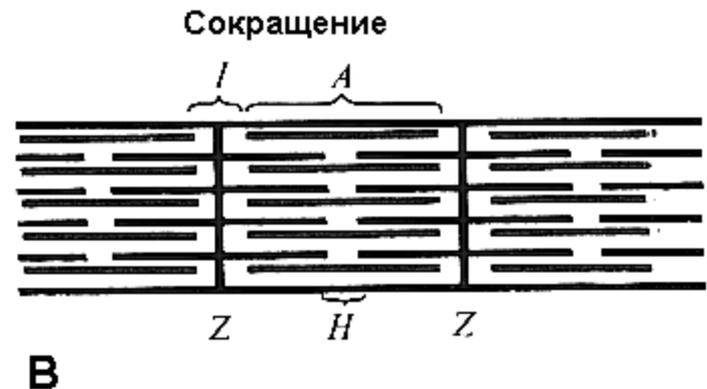
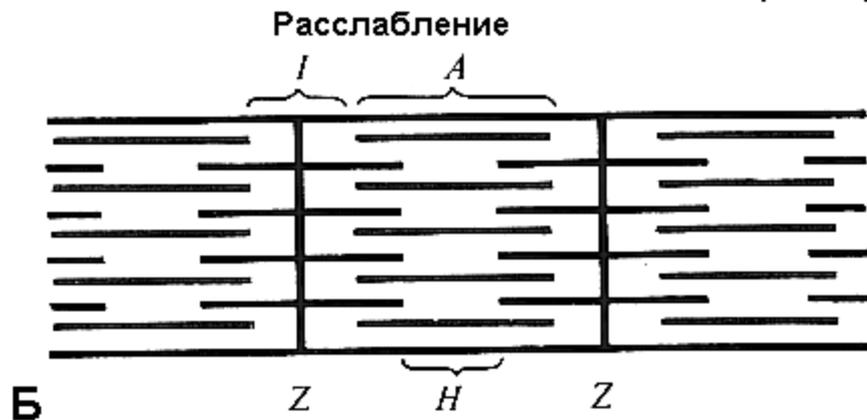
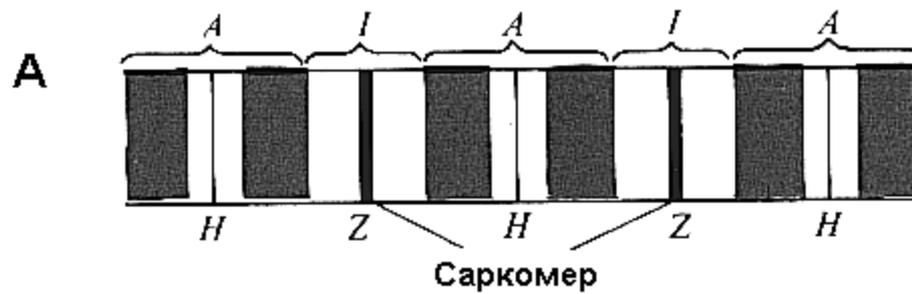
Все клетки мышечной ткани имеют вытянутую, веретенообразную форму. Сокращения их становятся возможными благодаря специальным белкам (актин и миозин), а энергию получают от большого количества митохондрий.



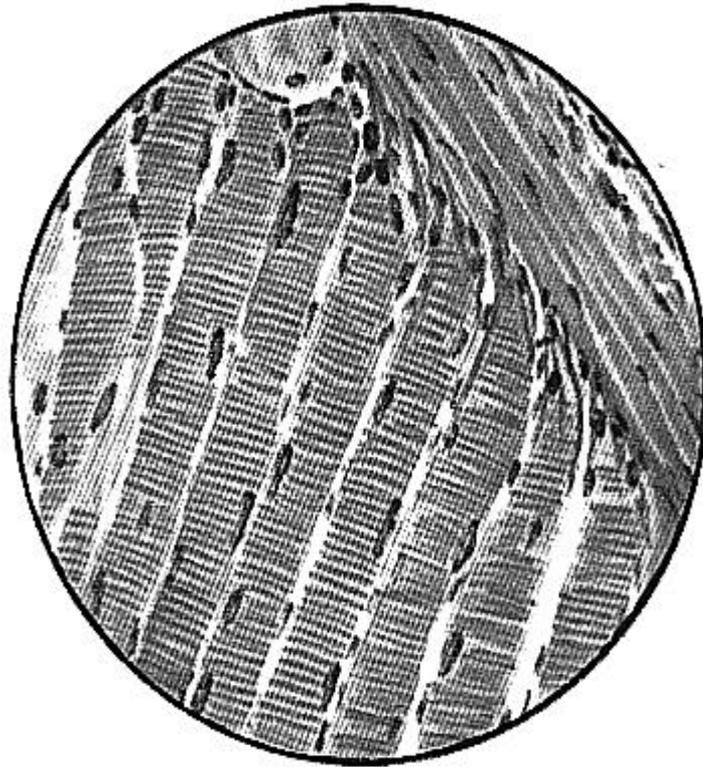
**Миофибрилла**

**Сократительный элемент  
мышцы**

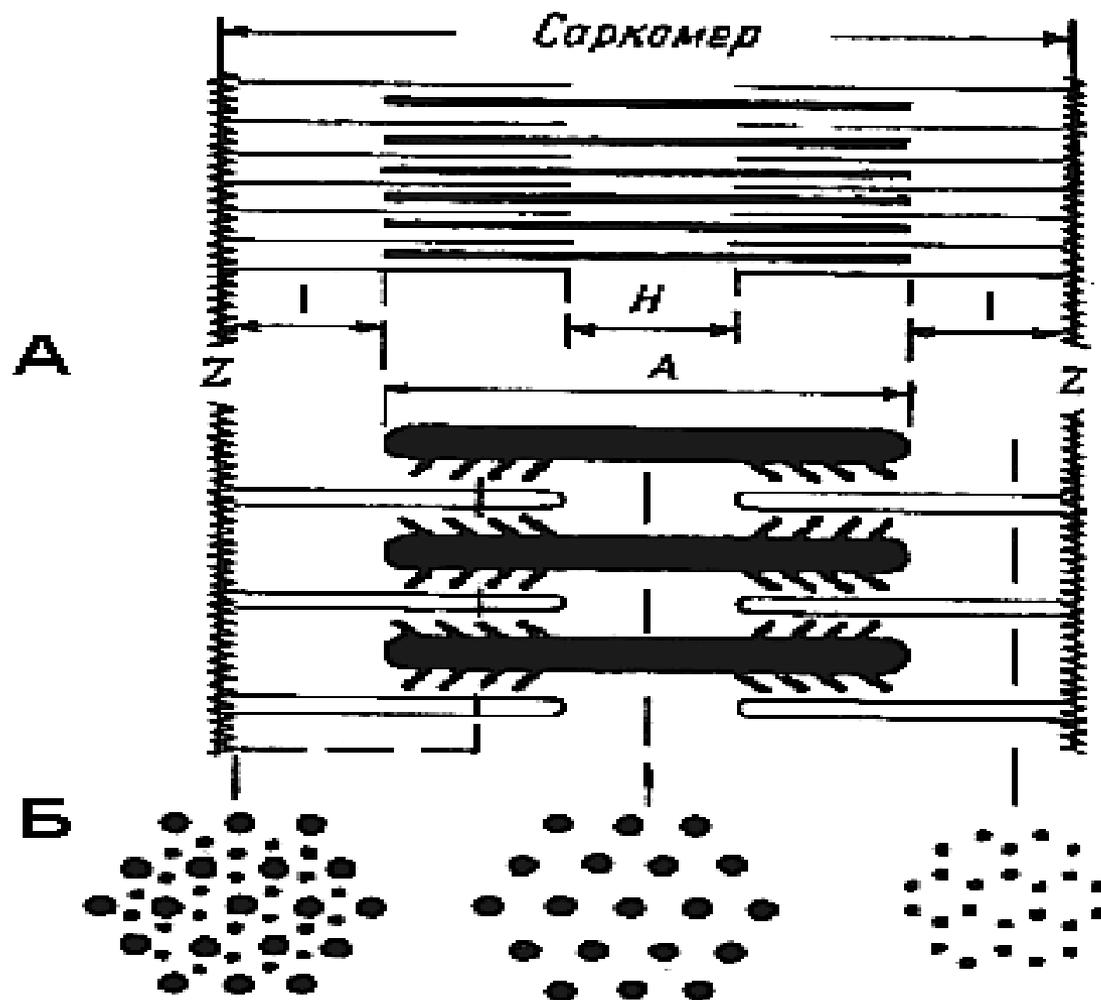
# Структура миофибриллы



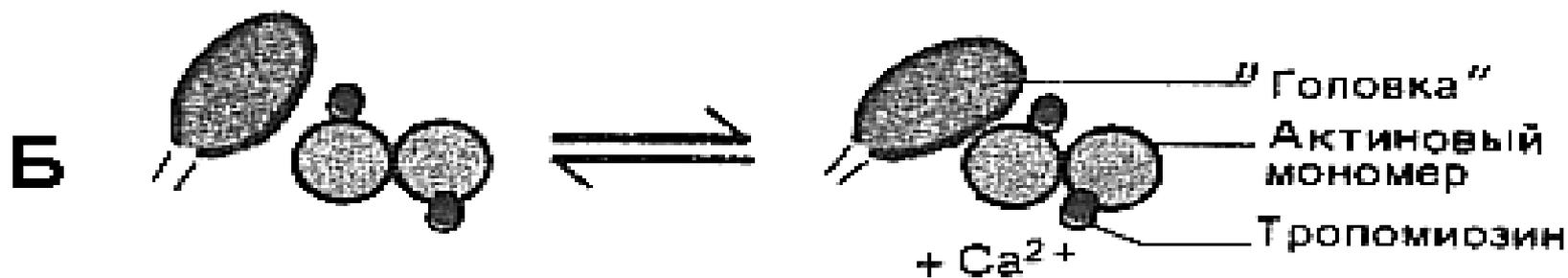
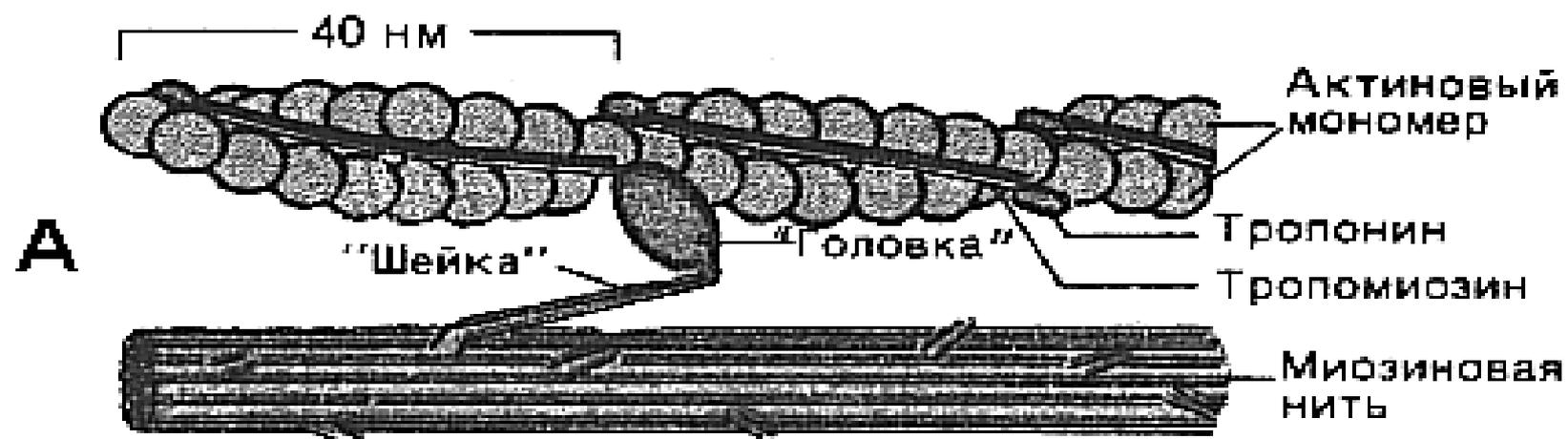
# Поперечная исчерченность



# Соотношение актиновых и миозиновых нитей

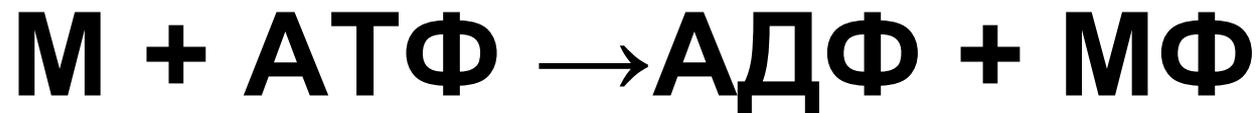


# Актиновая и миозиновая нити



# Механизм сокращения

При наличии контакта!!!



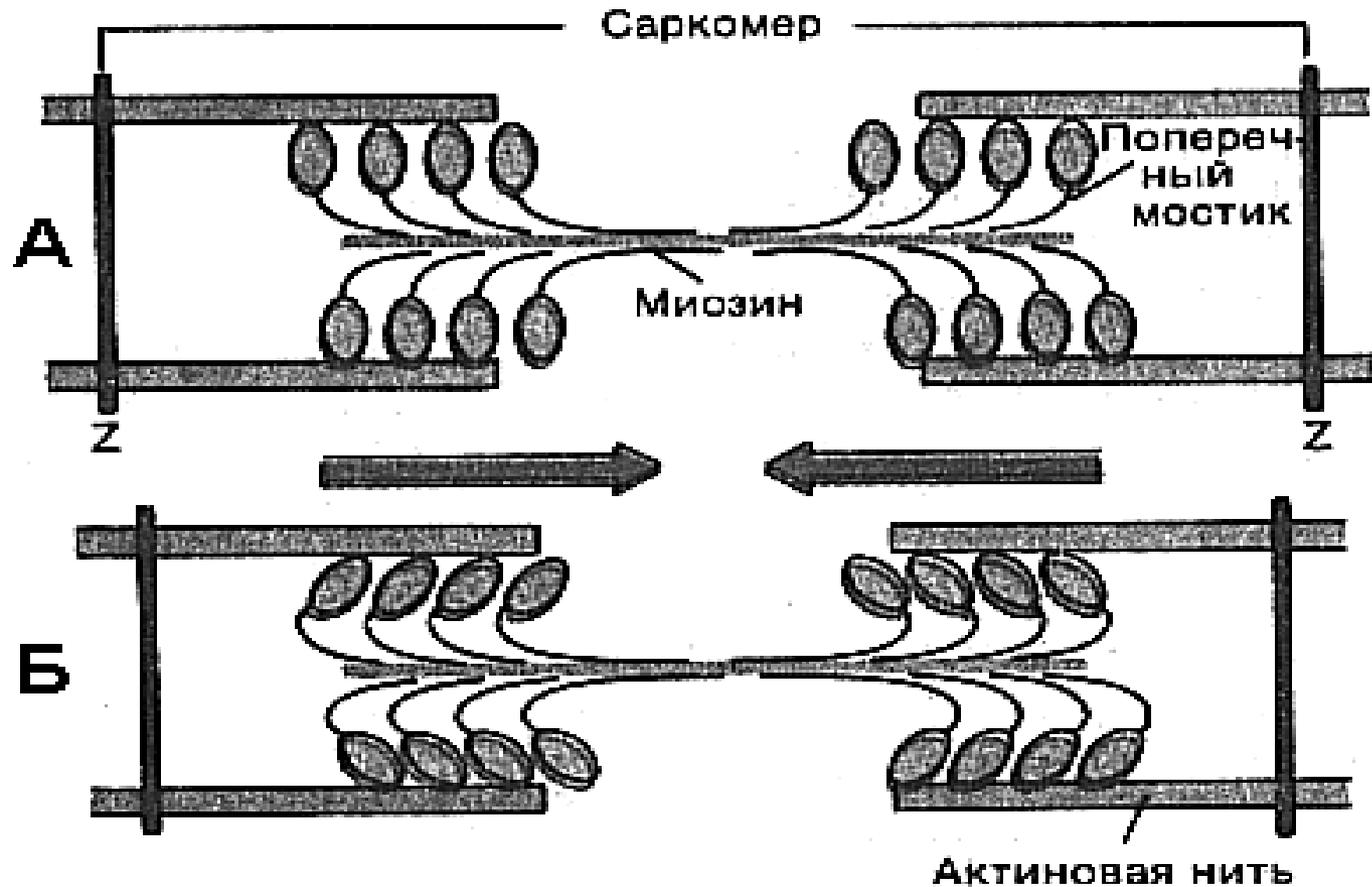
**М** – обладает АТФ –ной  
активностью

**МФ** – это фосфолирированная  
головка миозинового мостика

**ТТК - тропонин-  
тропомиозиновый  
комплекс**

**ТТК - блокирует связь  
головки миозинового  
мостика и актиновой нити**

# Механизм сокращения





# **Саркоплазматический ретикулум - СПР**

**ДЕПО КАЛЬЦИЯ  
В МЫШЦЕ**

# Расслабление мышцы

## Пассивно-активный процесс

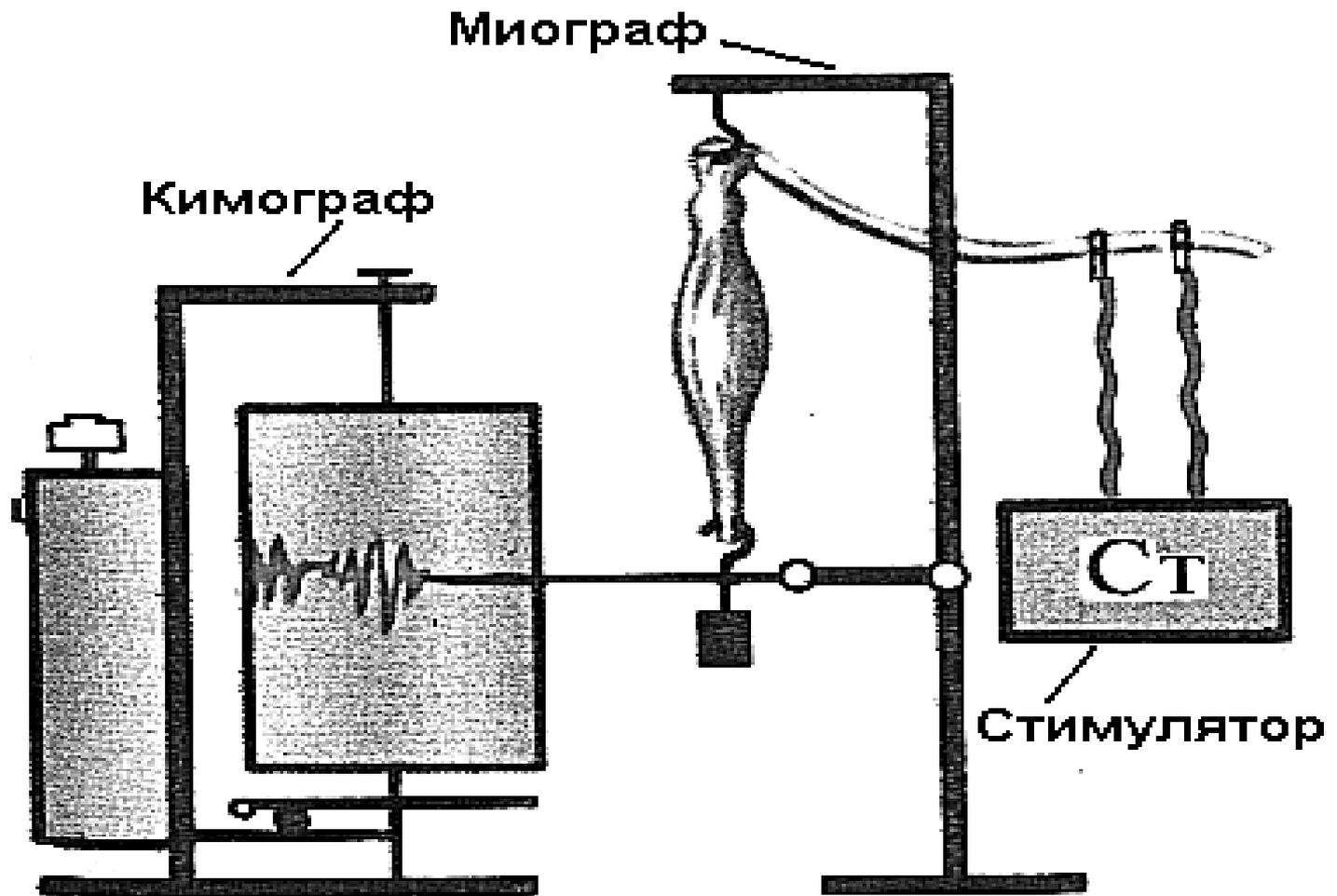
*Пассивность* – эластические свойства  
мышцы

*Активность* - кальциевый насос

**Сокращение  
изолированной мышцы в  
лабораторном эксперименте**

**Метод - миография**

# Миография



# Раздражение мышцы

**Прямое** (непосредственно на мышцу)

**Непрямое** (через нерв)

# **Виды (типы) сокращения**

***Изотоническое***

***Изометрическое***

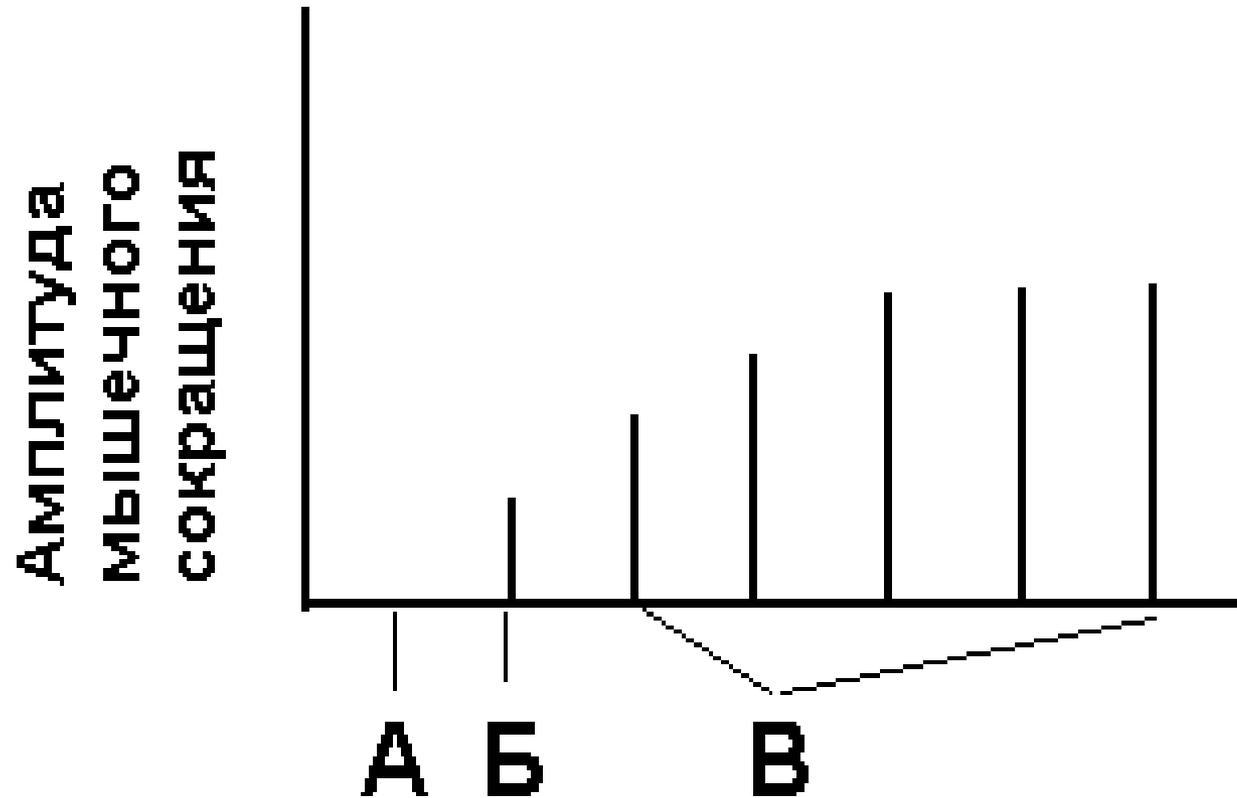
***Смешанное (ауксотоническое)***

# Режимы сокращения

*Одиночный*

*Тетанический*

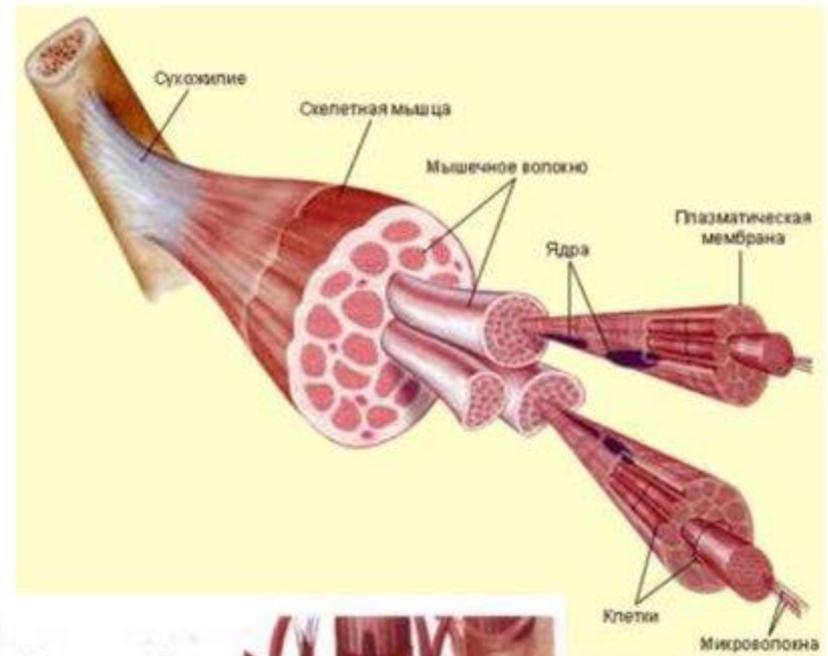
# Одиночное сокращение



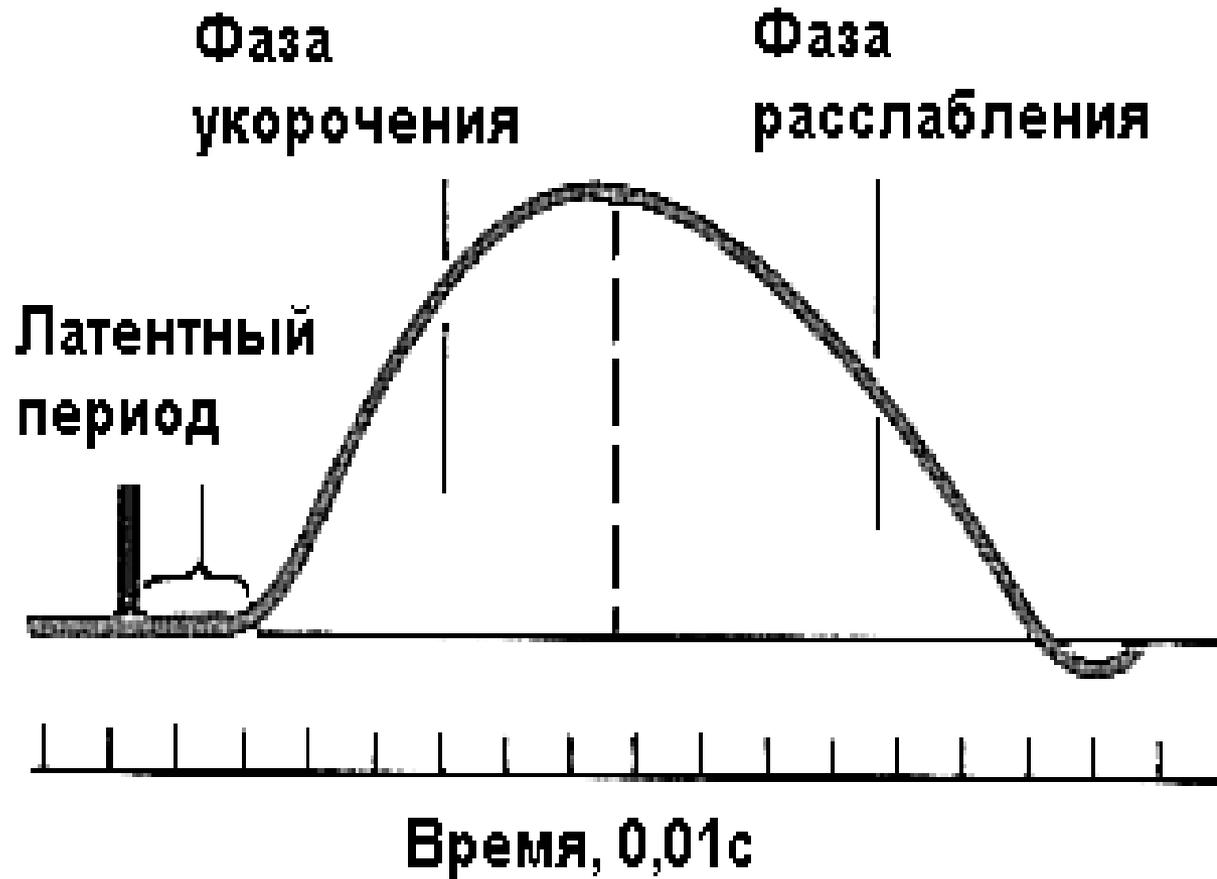
# Строение мышцы

В состав мышцы как органа входят поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань, соединительная ткань, представляющая ее основу, рыхлая соединительная ткань, плотная соединительная ткань, сосуды, нервы. Основные свойства мышечной ткани – возбудимость, сократимость, эластичность – более всего выражены в мышце как органе.

Все клетки мышечной ткани имеют вытянутую, веретенообразную форму. Сокращения их становятся возможными благодаря специальным белкам (актин и миозин), а энергию получают от большого количества митохондрий.



# Одиночное сокращение



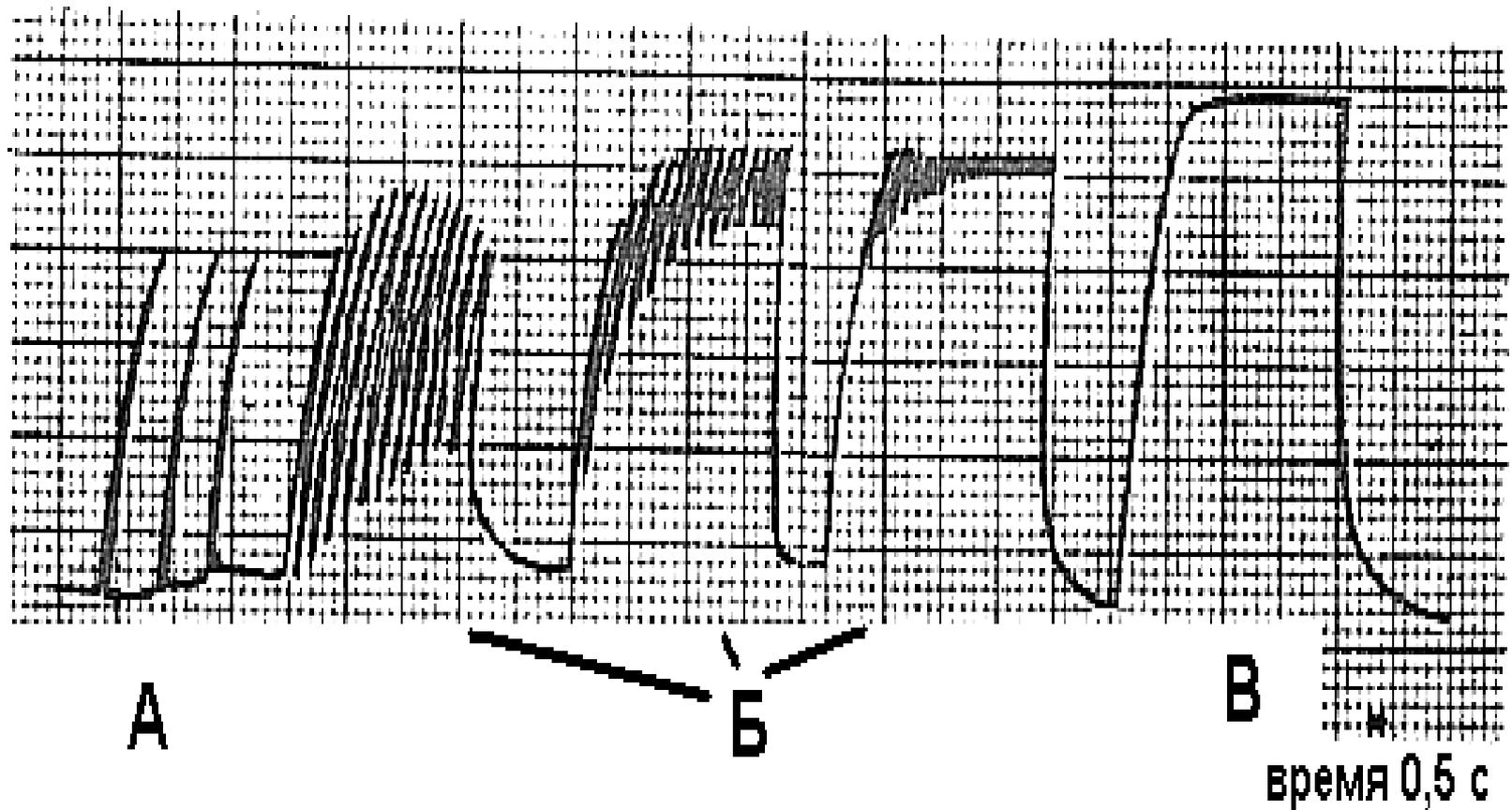
# Периоды одиночного сокращения

- 1. Латентный** - **0.01 сек**
- 2. Укорочения** - **0.05 сек**
- 3. Расслабления** - **0.05 сек**  
**(0.06 сек)**

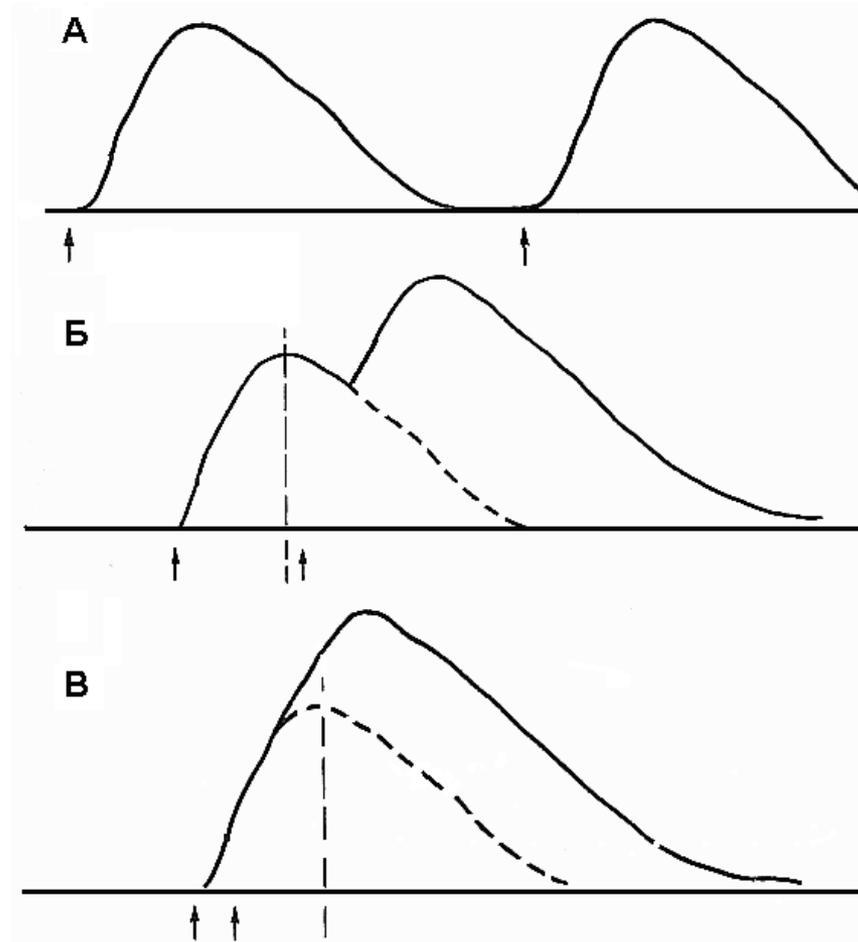
# Тетанус

**Суммация одиночных  
мышечных сокращений под  
действием серии  
поступающих импульсов**

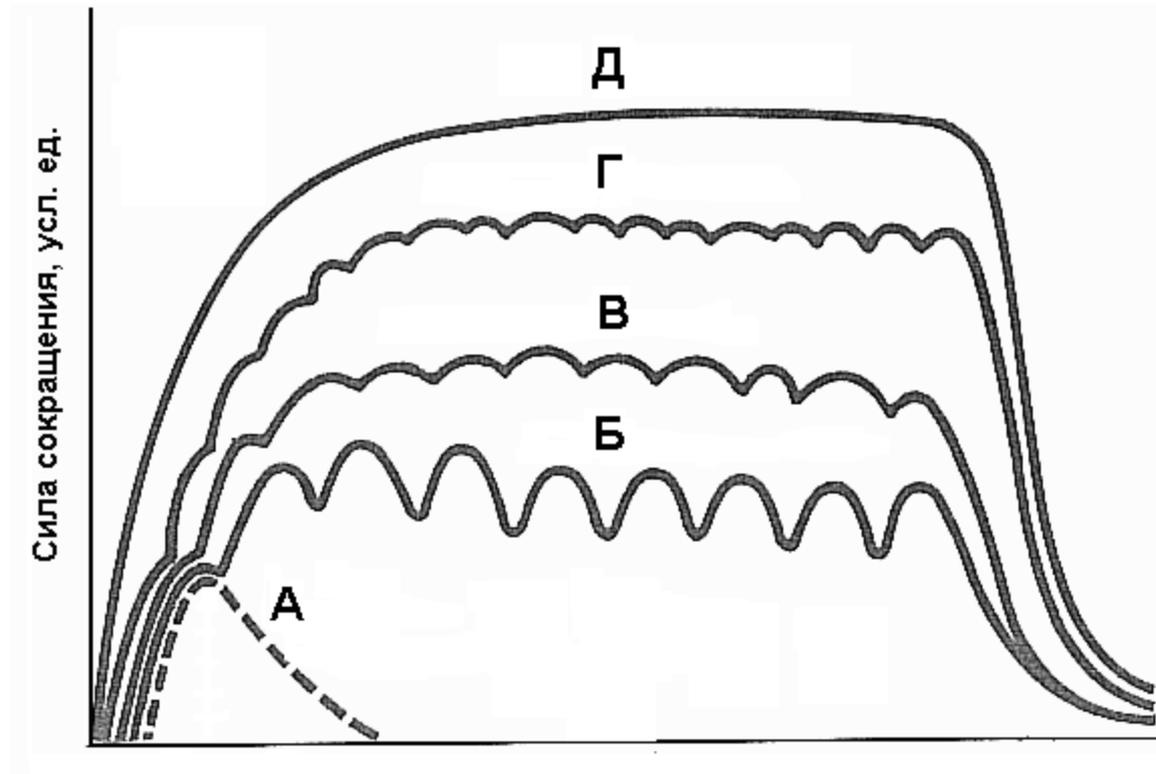
# Зубчатый и гладкий тетанус



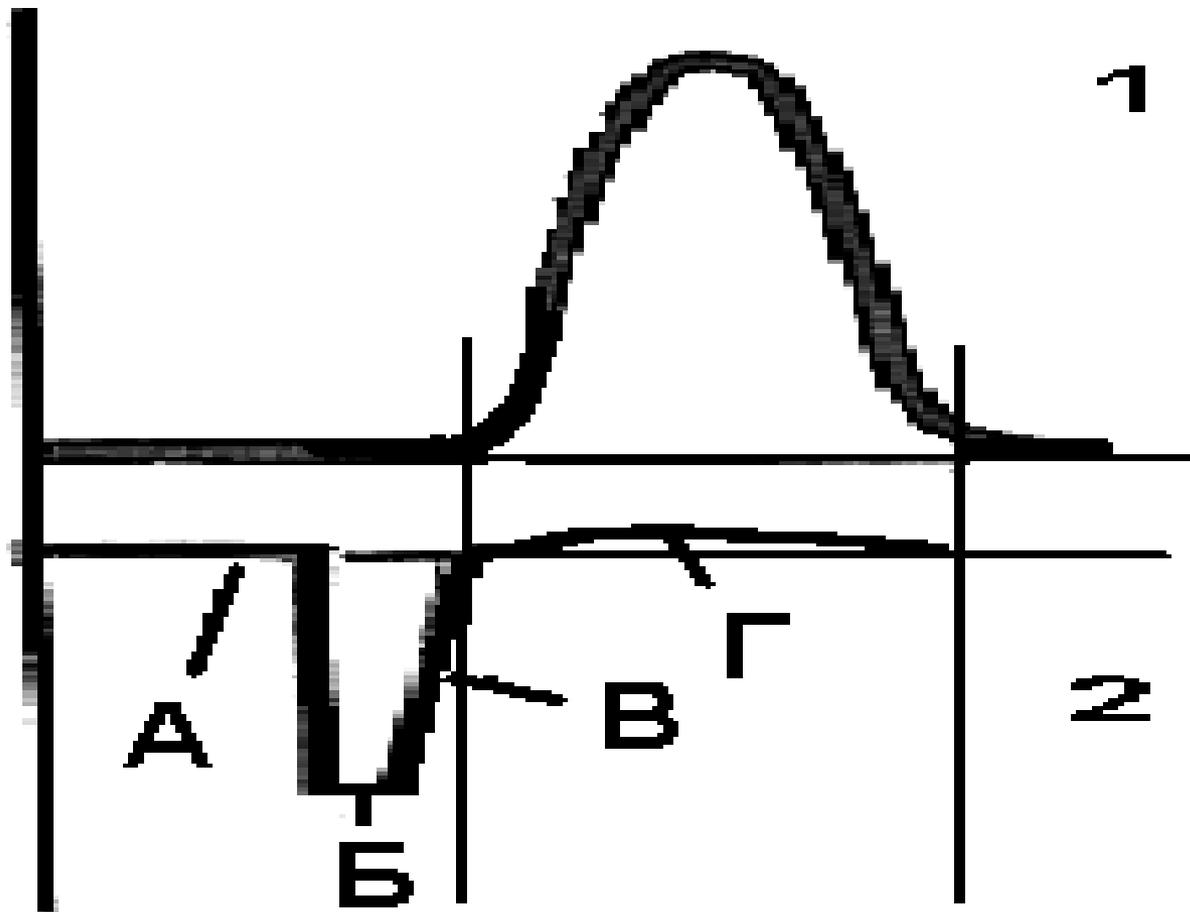
# Зубчатый и гладкий тетанус



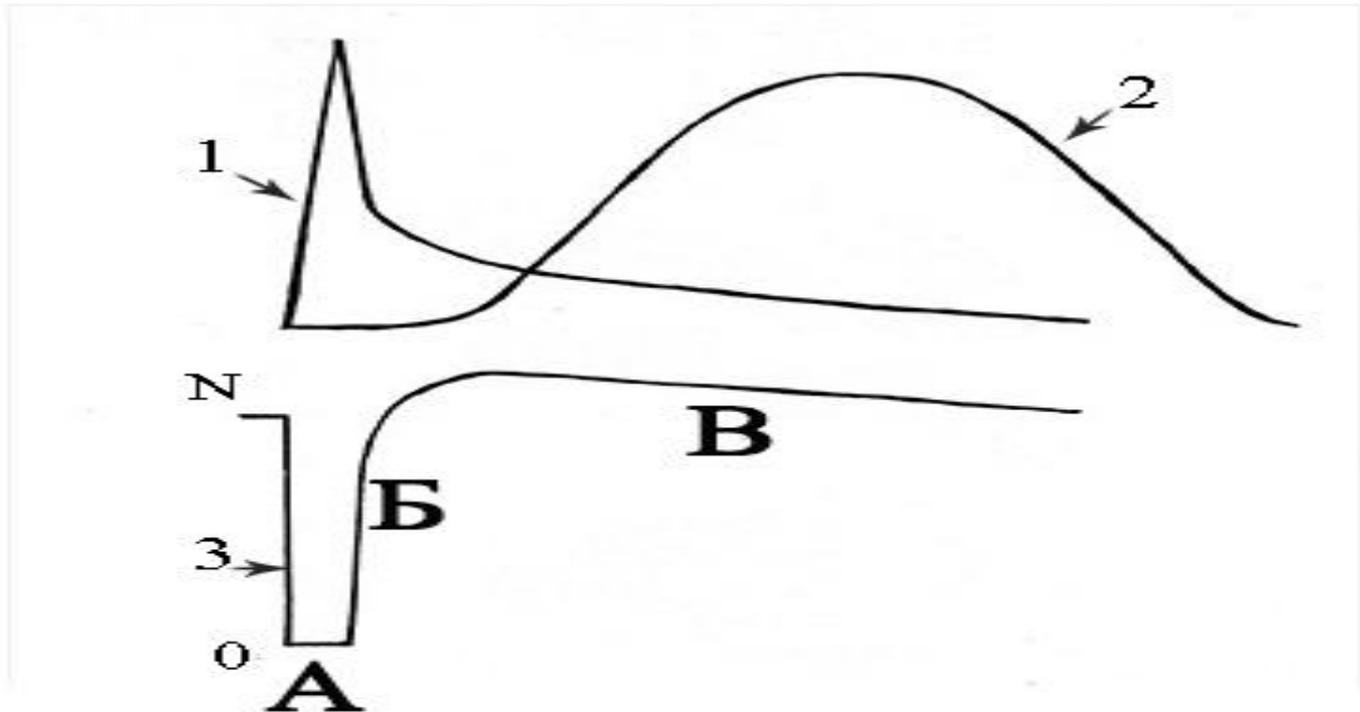
# Амплитуда сокращения мышцы при разных режимах



# Динамика сокращения и изменения возбудимости



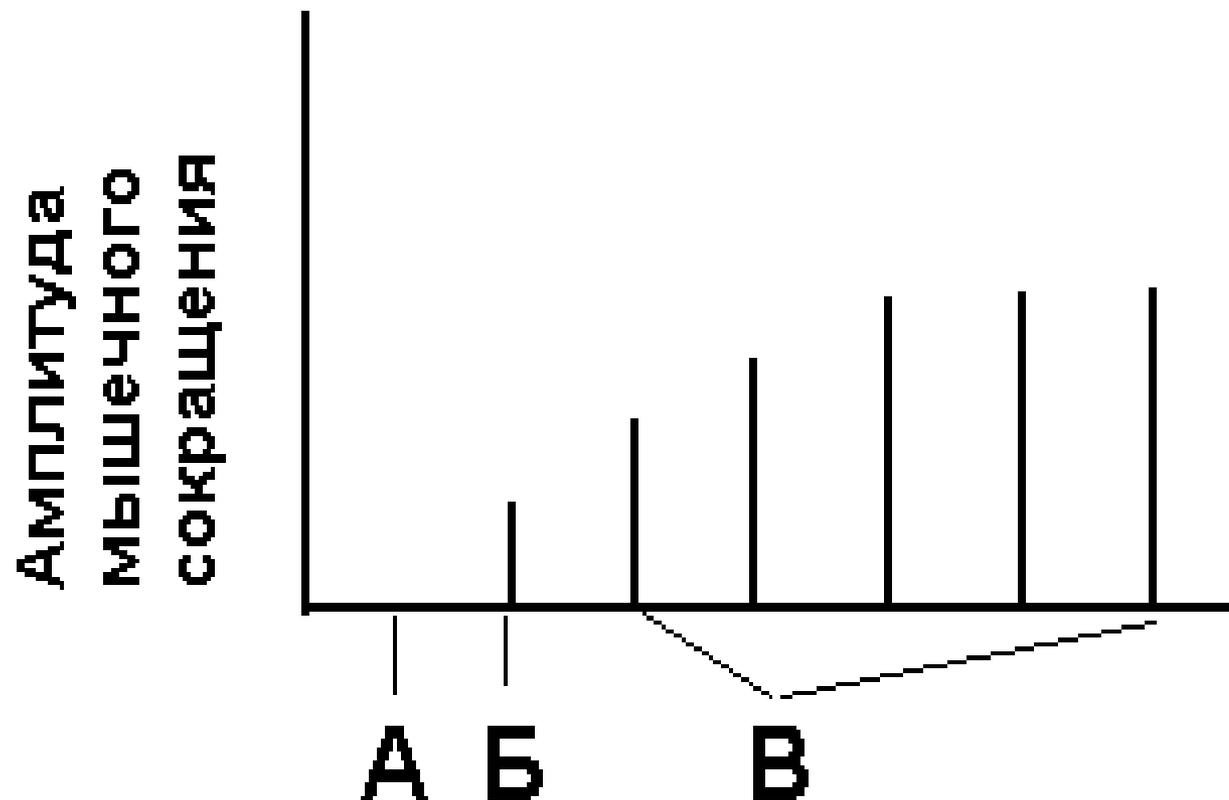
# Соотношение возбуждения, сокращения и возбудимости



# **Оптимум частоты**

**Наименьшая частота  
стимуляции мышцы, при  
которой амплитуда гладкого  
тетануса максимальная**

# Одиночное сокращение



# **Пессимум частоты**

**Такая частота (больше оптимальной!), при которой тетанус наименьший по амплитуде**

# **Оптимум силы**

**Минимальная сила  
раздражителя, при действии  
которого возбуждением  
охвачены все мышечные  
волокна и амплитуда  
тетануса максимальна.**

# **Пессимум силы**

**Сила раздражителя( больше оптимальной!), которая по закону силы вызывает уменьшение амплитуды тетануса вплоть до полного расслабления мышцы**

# **Сокращение изолированной мышцы в целостном организме**

# **Моторная единица**

**Совокупность мышечных  
волокон, иннервируемых  
одним мотонейроном**

# Виды моторных единиц

Быстрые (тип IIA) - менее 20 мсек

Медленные (тип I) - более 75 мсек

Переходные (тип IIB)

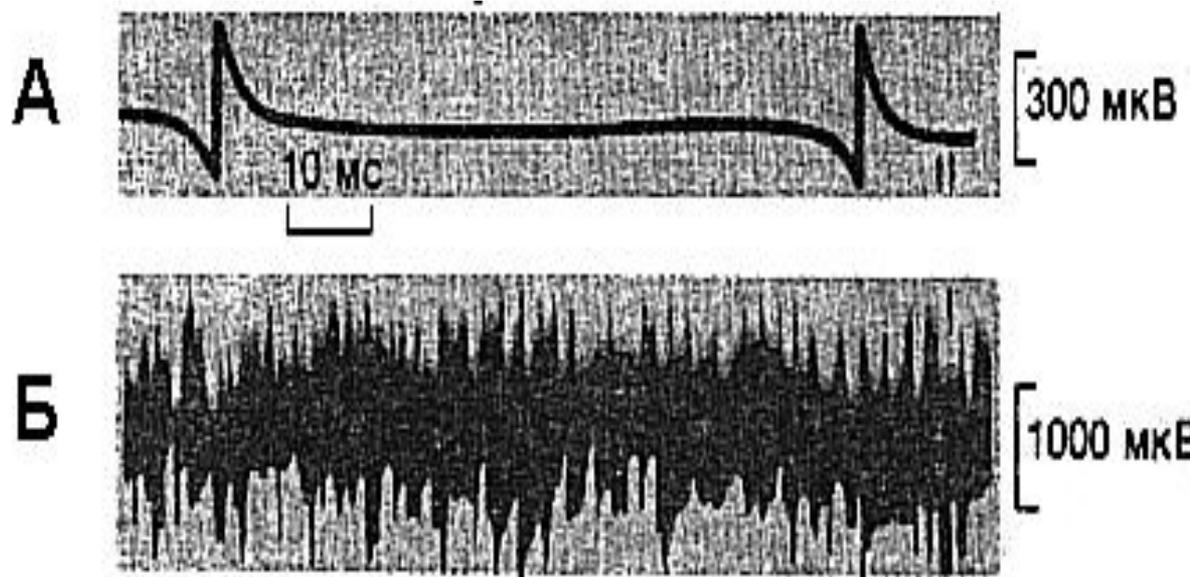
***Подробнее – см. Пособие  
«Физиология возбудимых тканей»***

***Истинный тетанус*** –  
медленные моторные единицы

***Ложный тетанус*** – быстрые  
моторные единицы

# Электромиография

Метод исследования  
скелетных мышц



После изучения лекции **необходимо** пройти тестирование при помощи сервиса Гугл-формы.

Пожалуйста, корректно заполняйте поля ФИО, факультет и номер группы.

**ТЕСТ**