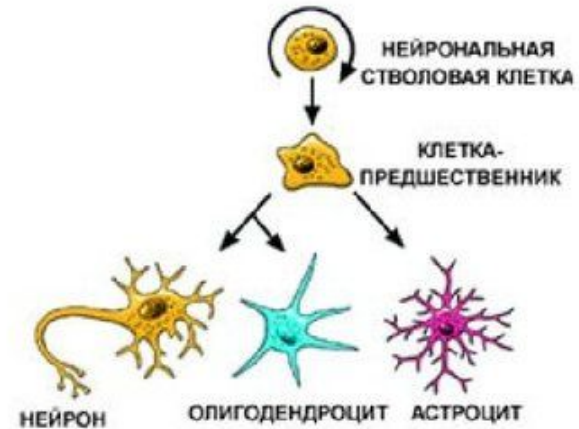


Синаптическая передача.
Сокращение мышц.

Структура нервных клеток

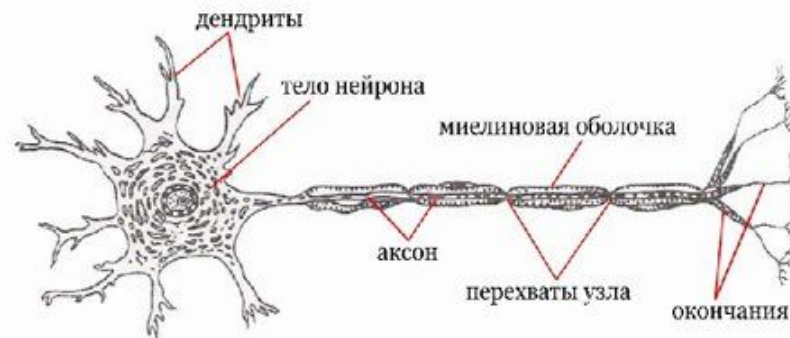
Нервная клетка состоит из:

- тела клетки (сомы)
- отростков (аксонов и дендритов)
- концевых пластинок



С помощью дендритов нейроны воспринимают, а посредством аксонов передают возбуждение. На периферии аксоны покрыты **шванновскими клетками**, образующими миелиновую оболочку с высокими изолирующими свойствами.

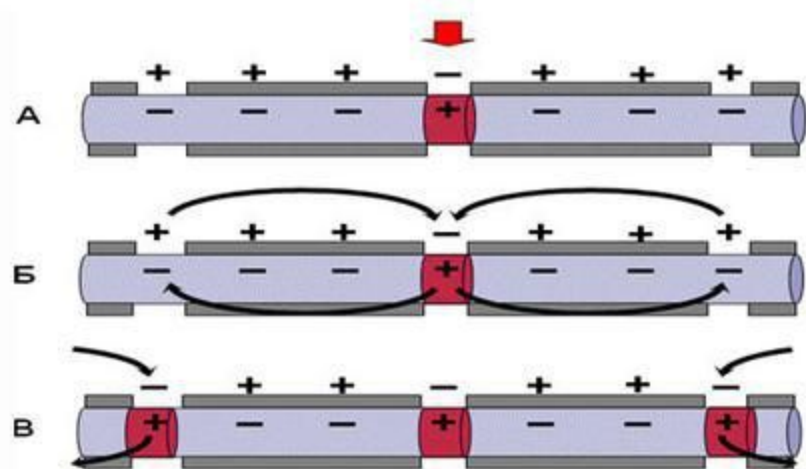
Строение нейрона



Механизм проведения нервного импульса по немиелиновым и миелиновым нервным волокнам



Распространение возбуждения по немиелиновому волокну

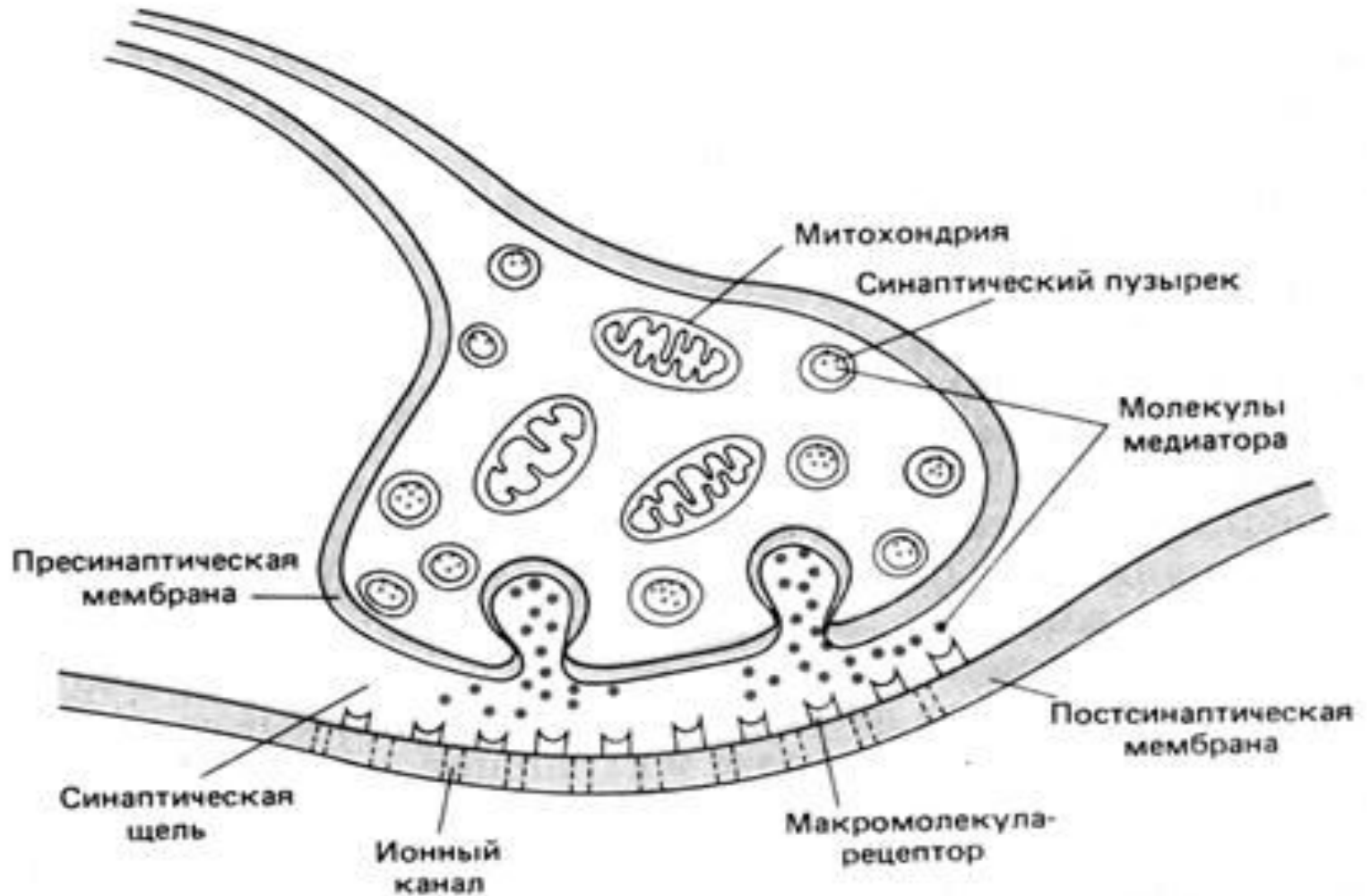


Распространение возбуждения по миелиновому волокну

Преимущества:

- 1) большая скорость;
- 2) экономичность.

Строение синапса

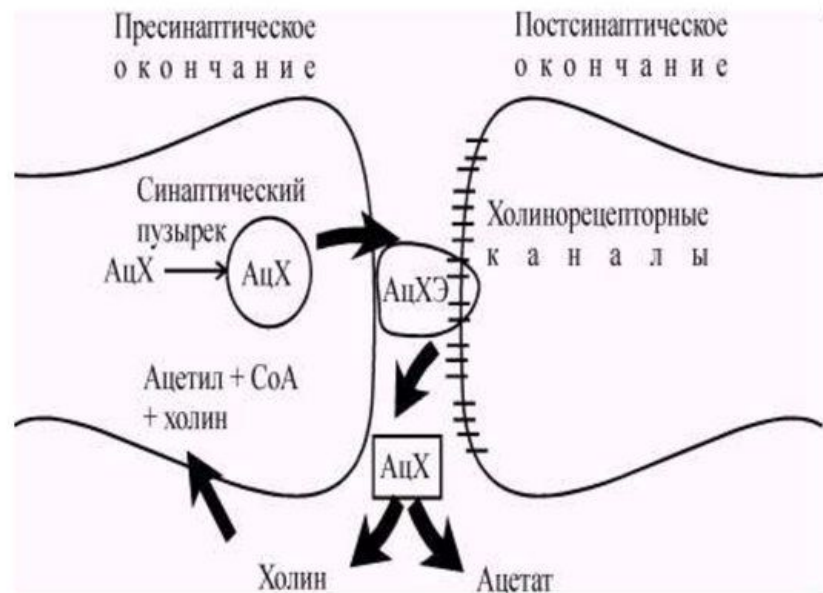


Свойства синапса

Химические синапсы имеют два общих свойства:

1. Возбуждение через химический синапс передается только в одном направлении - от пресинаптической мембраны к постсинаптической мембране (одностороннее проведение).

2. Возбуждение проводится через синапс значительно медленнее, чем по нервному волокну синаптическая задержка.



Виды медиаторов

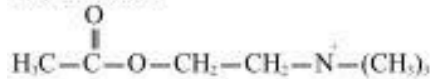
Амины

Медиатор	Локализация	Функция	Патология, связанная с обменом медиатора
Ацетилхолин	Нервно-мышечные синапсы, ганглии вегетативной нервной системы, надпочечники, кора мозга, сетчатка	Моторные функции, ноцицептивная система, обучение, память	Миастения, старческая деменция, вегетативные нарушения
Дофамин	Гипоталамус и средний мозг. Проекция в базальные ганглии, лимбическую систему, кору мозга. Симпатические ганглии, сетчатка	Контроль двигательных функций, эмоции	Болезнь Паркинсона, шизофрения
Норадреналин	Ствола мозга. Проекция в кору мозга, гипоталамус, мозжечок, спинной мозг. Периферические симпатические окончания	Сон/бодрствование, эмоции	Депрессии, галлюцинации, нарушения сна
Серотонин	Ядра шва ствола мозга. Проекция в кору мозга, гипоталамус, мозжечок, спинной мозг. Сетчатка	Эмоции, сон, нейроэндокринная регуляция	Депрессии, галлюцинации, нарушения сна
Гистамин	Гипоталамус с проекцией в кору мозга, таламус, базальные ганглии, мозжечок, спинной мозг	Сон, боль, половое поведение	Вегетативные нарушения

Медиаторы

Низкомолекулярные нейромедиаторы

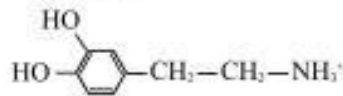
Ацетилхолин



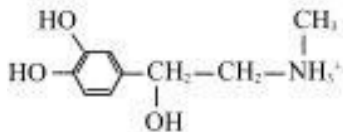
Глицин



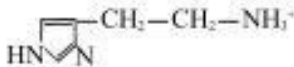
Дофамин



Адреналин



Гистамин

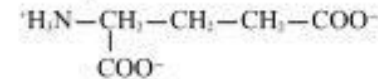


γ-Аминомасляная кислота

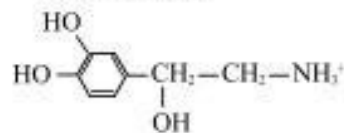
(ГАМК)



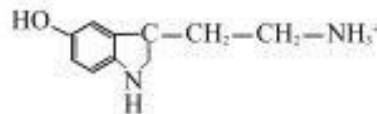
Глутамат



Норадреналин

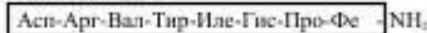


Серотонин

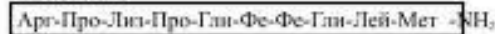


Некоторые пептиды

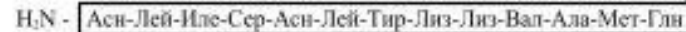
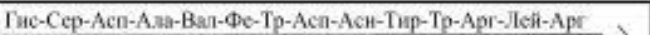
Ангиотензин II



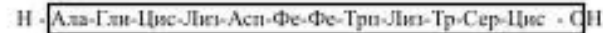
Вещество P



Вазоактивный кишечный пептид



Соматостатин

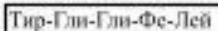


ЛГРГ (Лютеотропин-либерин)

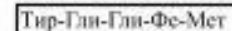


Опиоидные пептиды

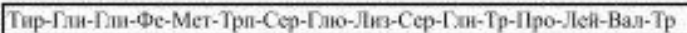
Лейцин-энкефалин



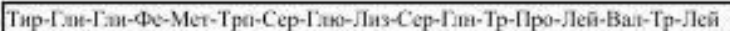
Метонин-энкефалин



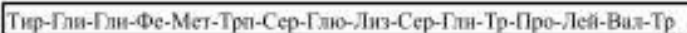
α-эндорфин



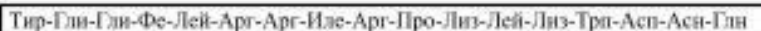
γ-эндорфин



β-эндорфин



Дайворфин



α-Неоэндорфин

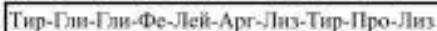


Рис. 6.1. Низкомолекулярные и пептидные нейромедиаторы

Этапы передачи возбуждения через синапс

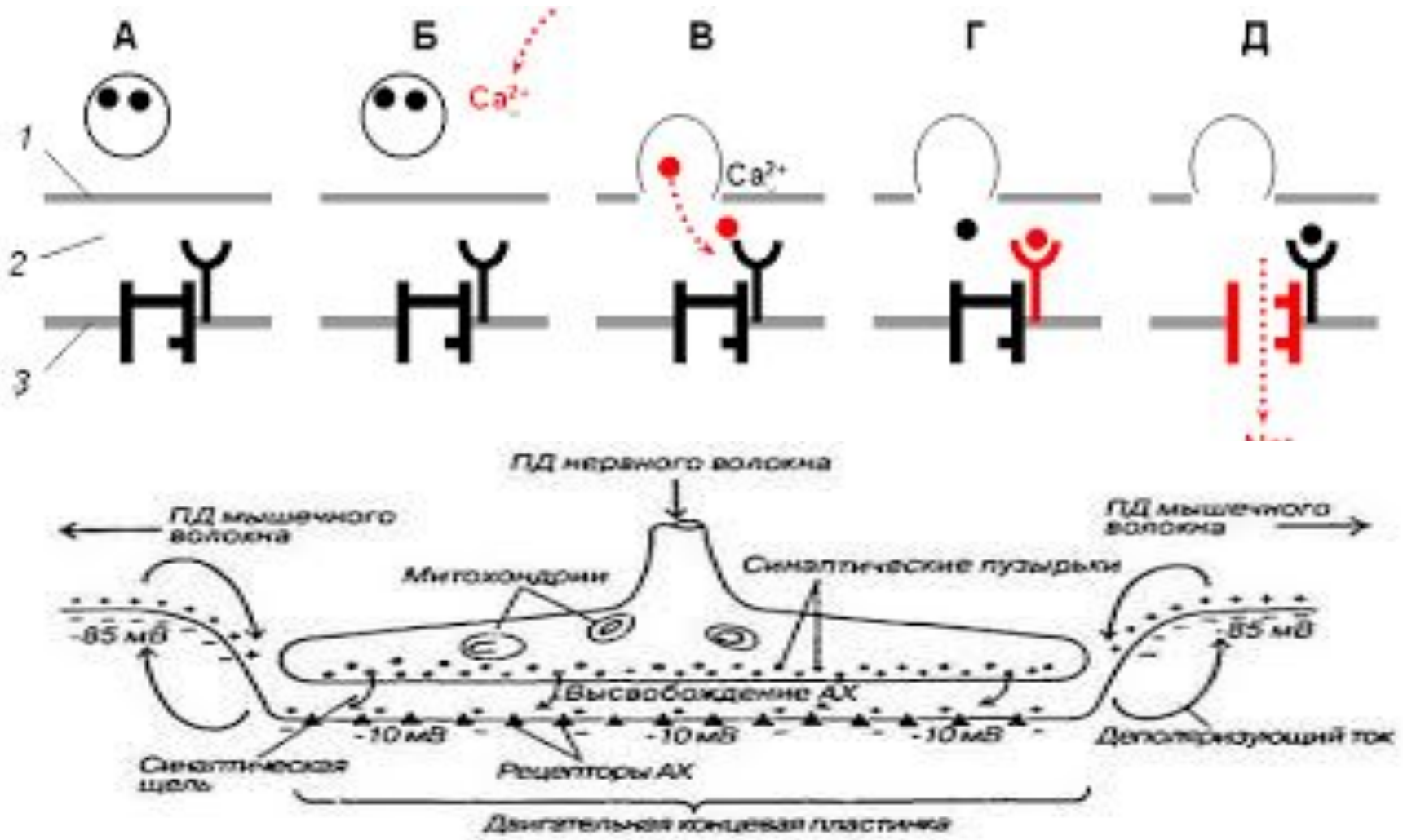
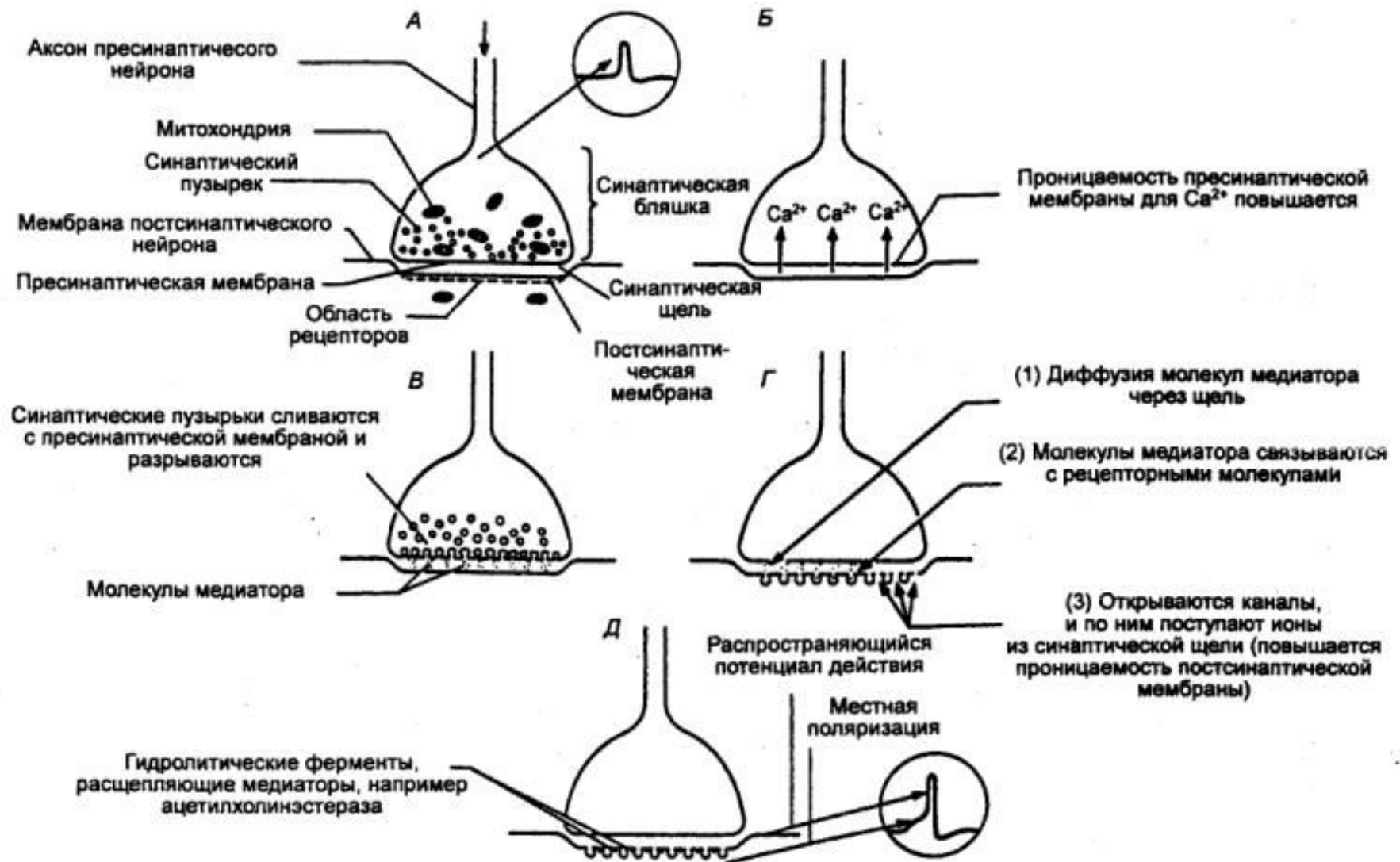
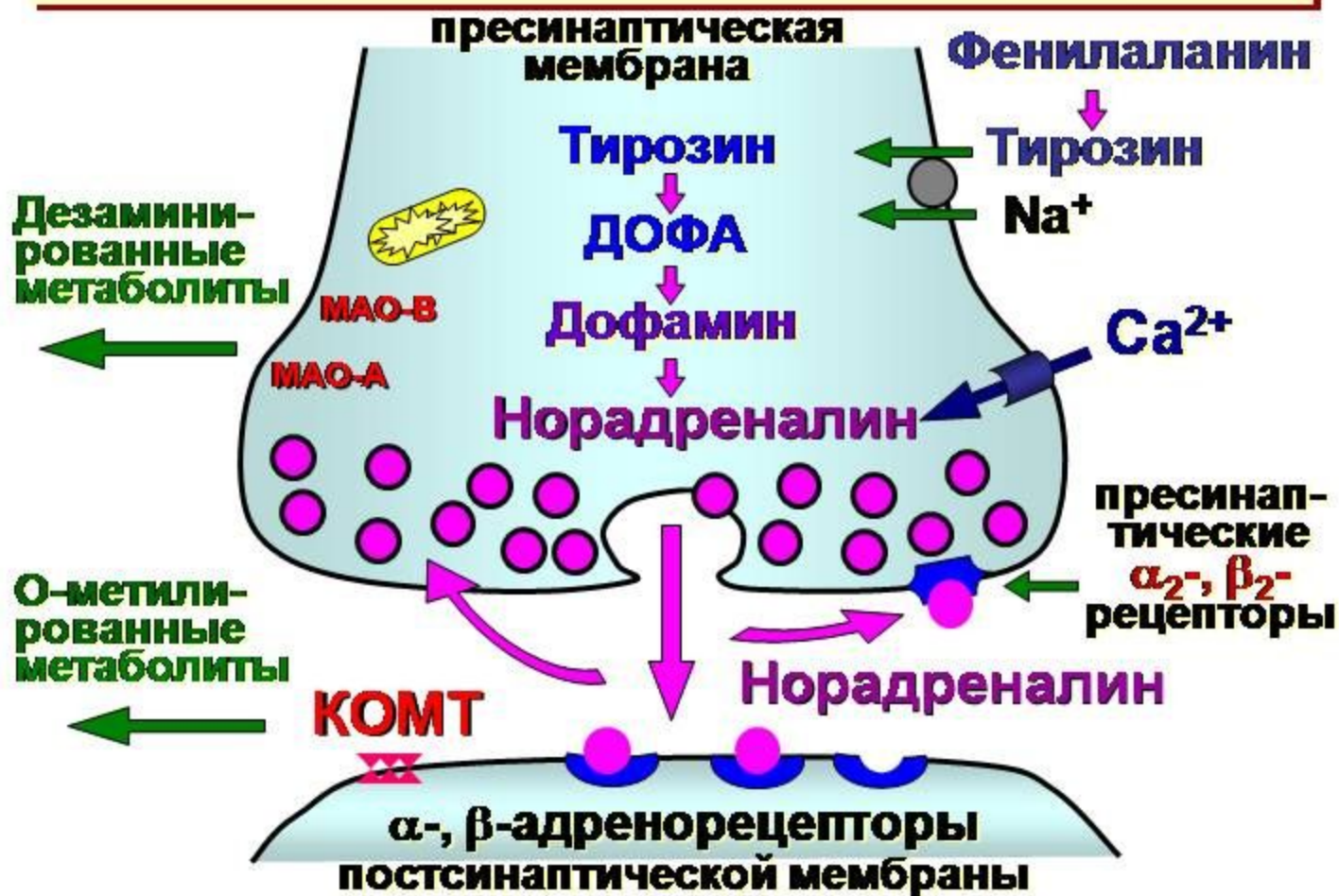


Рис. 8. Нервно-мышечный синапс

Повтор предыдущего слайда



АДРЕНЕРГИЧЕСКИЙ СИНАПС



Тормозные синапсы

- В тормозных синапсах механизм следующий импульс → деполяризация пресинаптической мембраны → выделение тормозного медиатора → гиперполяризация постсинаптической мембраны (за счет K^+) → ТПСР.

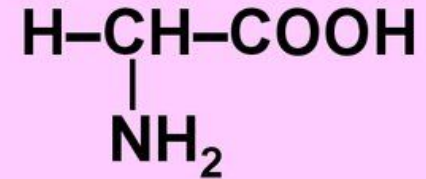


Тормозной медиатор глицин

Глицин.

пищевая аминокислота с самым простым из возможных радикалом

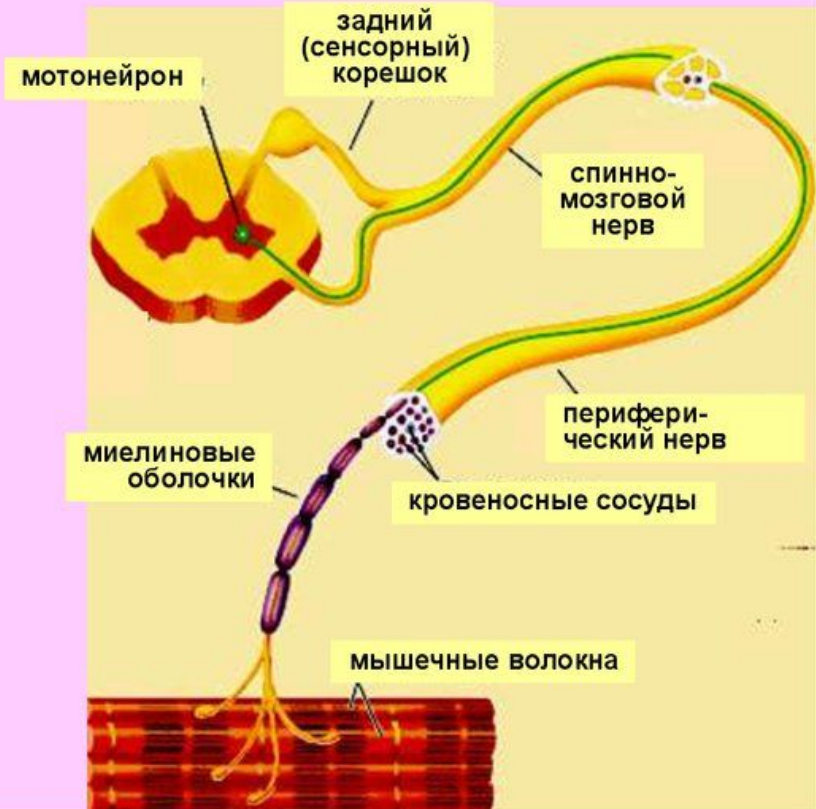
-H



синтез – из других аминокислот;
выполняет функции вспомогательного тормозного медиатора;

дополняет активность ГАМК в спинном мозге и стволовых структурах: обеспечивает торможение мотонейронов, предотвращая их избыточное возбуждение;

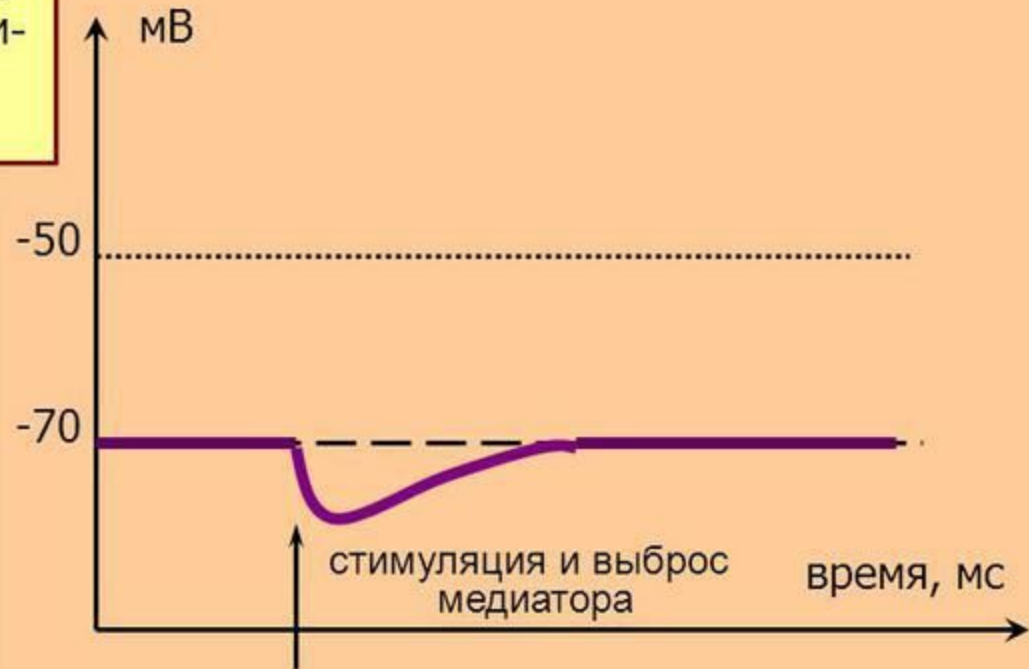
глициновые нейроны – интернейроны моторных ядер (в спинном мозге – «клетки Реншоу»); их активация – через коллатерали, отходящие от аксонов мотонейронов.



Будем активировать синапс, в котором идет экзоцитоз медиатора, открывающего хемочувствительные K^+ -каналы, и регистрировать изменения заряда в клетке.

Параметры ТПСП близки к ВПСП: длит-ть 10-20 мс; амплитуда 5-10 мВ. ТПСП взаимодействуют с ВПСП по принципу пространственной суммации, вычитаясь из них и мешая запуску ПД.

Открытие K^+ -каналов «разрешает» выход K^+ из клетки; развивается волна гиперполяризации – «тормозный пост-синаптический потенциал» (ТПСП).



В отличие от ВПСП, называемых «возбуждающими»; действующие в них медиаторы – «возбуждающими медиаторами». Однако, кроме этого, существуют тормозные синапсы и медиаторы. Их функция – предотвратить передачу «лишних» сигналов.

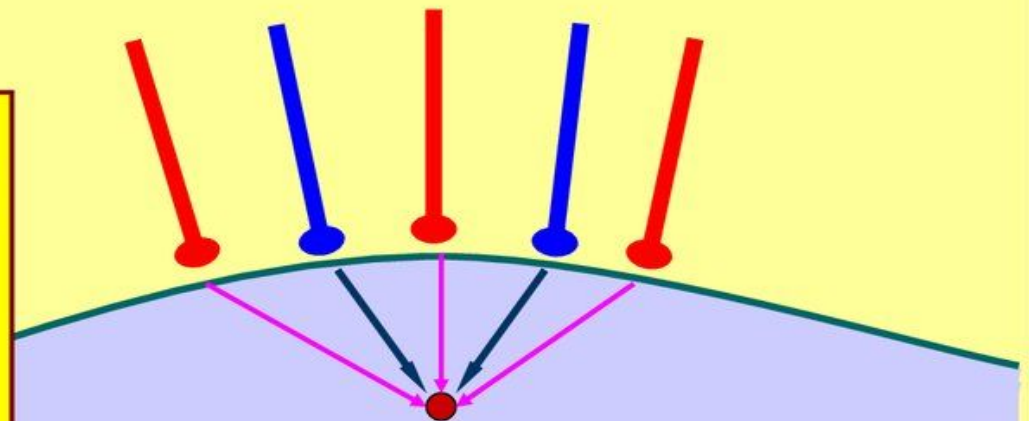
Суммация тормозных и возбуждающих синапсов

Роль ТПСП в работе нейронов соответствует логической ячейке по типу «НЕ»: сигнал не будет передаваться дальше, если активны тормозные синапсы.

Число тормозных и возбуждающих синапсов в ЦНС примерно одинаково. Это означает, что торможение («не проводить лишние сигналы») не менее важный процесс, чем возбуждение («проведение сигналов»).

Например, такие важнейшие функции мозга, как внимание и двигательный контроль, основаны на работе тормозных синапсов и медиаторов.

— возбуждающий синапс
— тормозный синапс



В этой точке мембраны нейрона произойдет запуск ПД, если Σ всех ВПСП – Σ всех ТПСП \geq порогового стимула

Направление ионных токов в синапсе при ВПСП и ТПСП

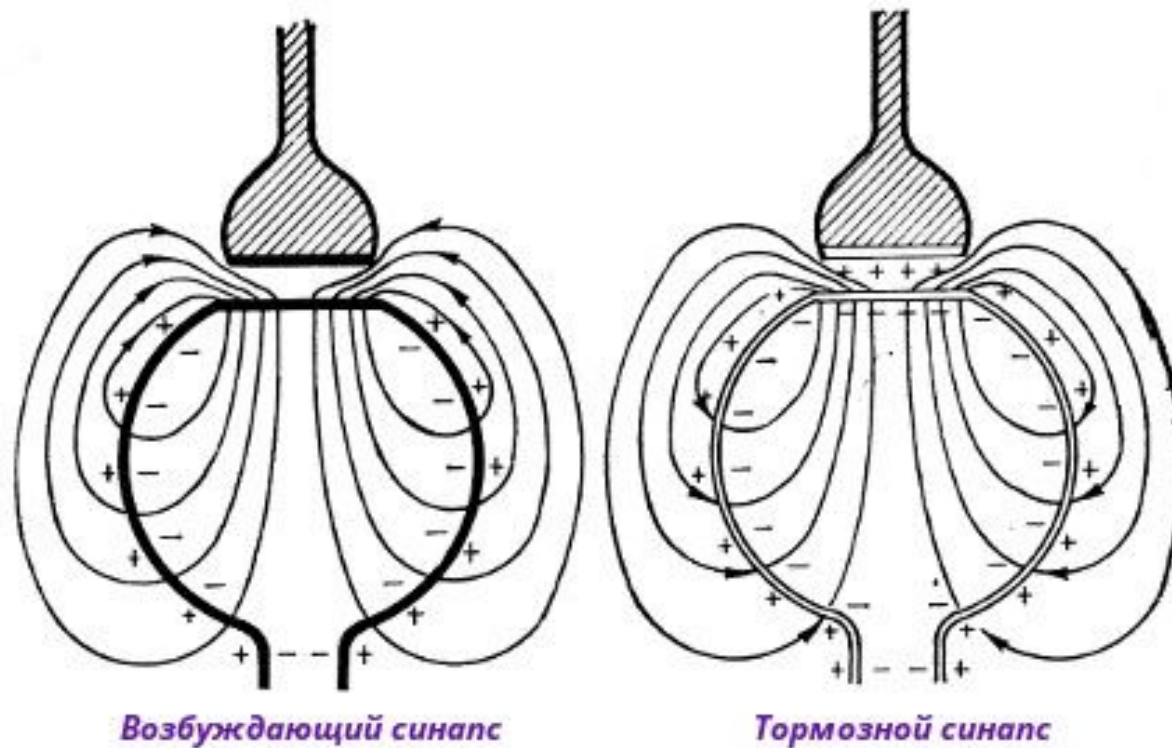
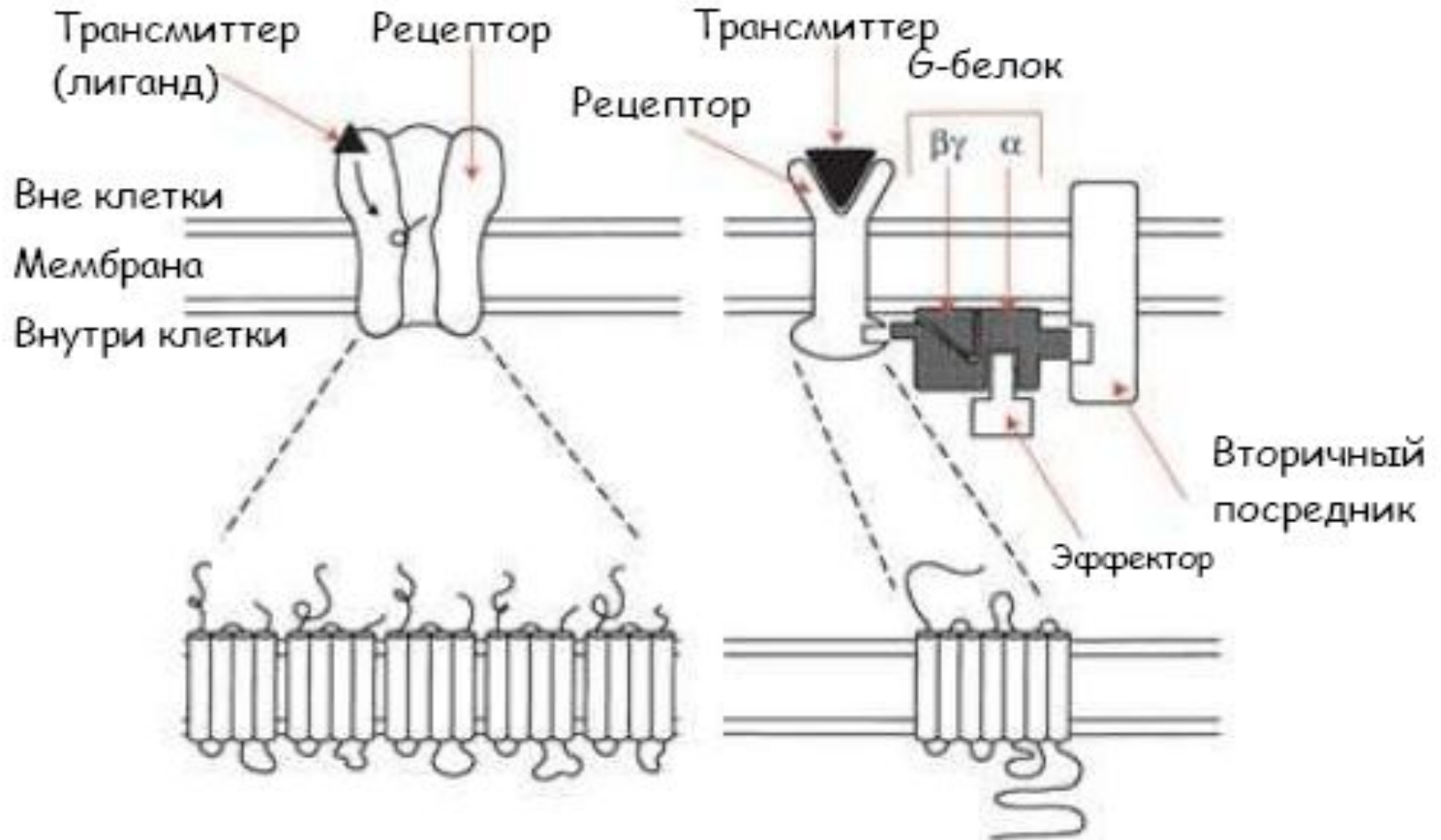


Рис. 91. Линии тока в возбуждающем (слева) и тормозном (справа) синапсах. В состоянии покоя внутренняя поверхность мембраны нервной клетки заряжена отрицательно по сравнению с ее наружной поверхностью. В возбужденном синапсе выделяется химическое вещество, которое деполяризует клеточную мембрану по другую сторону синаптической щели; в результате в этом месте ток может входить в клетку. В тормозном синапсе ток имеет противоположное направление (по Экклсу).

Виды рецепторов

Ионотропный рецептор

Метаботропный рецептор



Метаботропные рецепторы

(связаны с G-белками)

Метаботропные рецепторы состоят из двух основных модулей: **аминотерминального домена** (внешнего), участвующего в связывании агонистов, и **трансмембранного домена**, передающего сигнал расположенному внутри клетки G-белку

Первичный мессенджер – это химическое вещество, способное взаимодействовать с рецепторами на плазматической мембране, иницируя определённую клеточную реакцию.

Вторичный мессенджер – это субстанция, обеспечивающая передачу сигнала от комплекса **первичный мессенджер-рецептор** на плазматической мембране к определённым внутриклеточным механизмам.

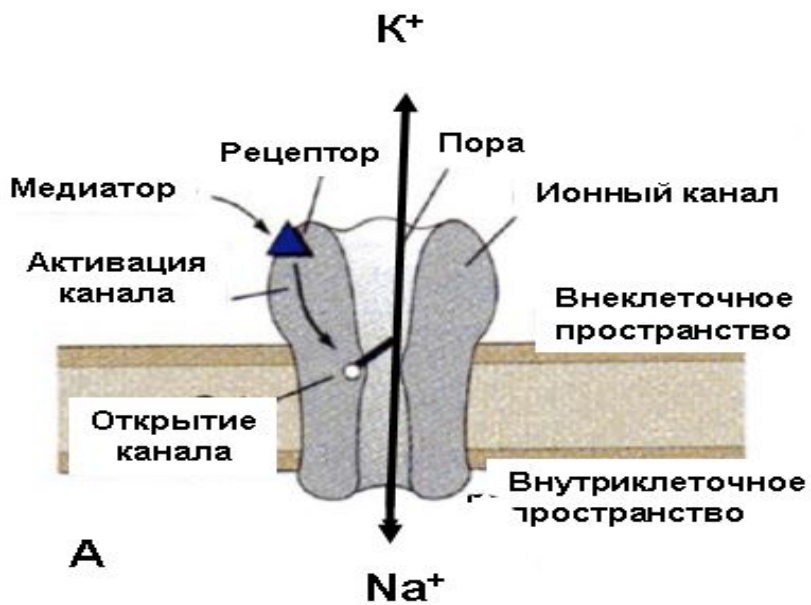
Действие анестетиков на разные мышечные волокна

Местные анестетики могут блокировать передачу сигнала по любым нервным волокнам (табл. 3.1), но чувствительность последних к анестезирующим воздействиям зависит от их миелинизации, размера, частоты импульсации по ним, положения волокон в пучке.

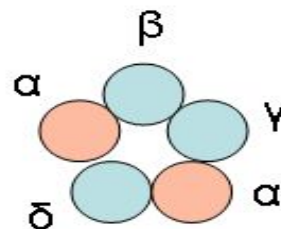
Таблица 3.1

Чувствительность к анестезии нервных волокон разного типа [2, 19]

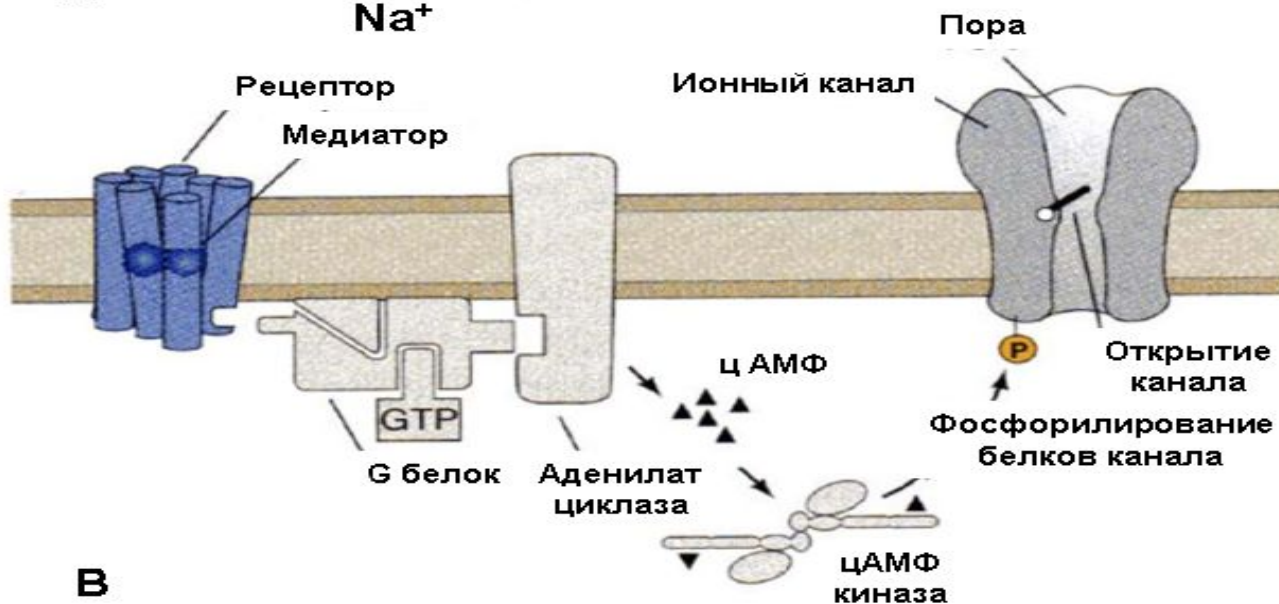
Тип нервных волокон	Миелинизация	Диаметр (мкм)	Скорость проведения (м/с)	Чувствительность к анестезии	Вид чувствительности, функция
Тип А A _α	Полная	12- 22	70- 120	+	Проприоцепция, двигательная
A _β	Полная	8- 12	40- 70	++	Тактильная, давление
A _γ	Полная	4- 8	15- 40	++	Проприоцепция, контрактильная (мышечные веретена)
A _δ	Полная	1- 4	5- 15	++++	Болевая, температурная
Тип В	Слабая	1- 3	3- 18	++++	Преганглионарные вегетативные волокна
Тип С	Отсутствует	0,5- 1,5	0,5- 2	++++	Болевая, постганглионарные вегетативные волокна



Субъединицы N – Ah рецептора

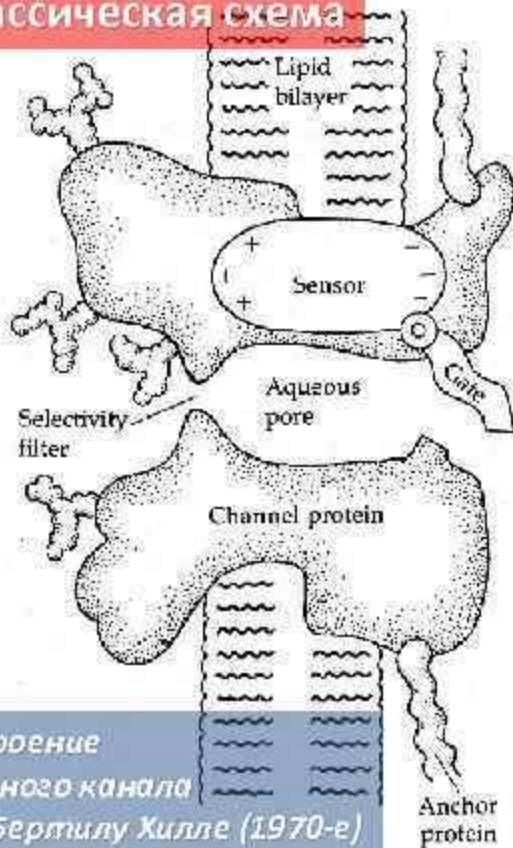


Б



Для чего нужен и как устроен катионный канал?

Классическая схема



Строение
ионного канала
по Бертилу Хилле (1970-е)

Важнейшие прямые функции:

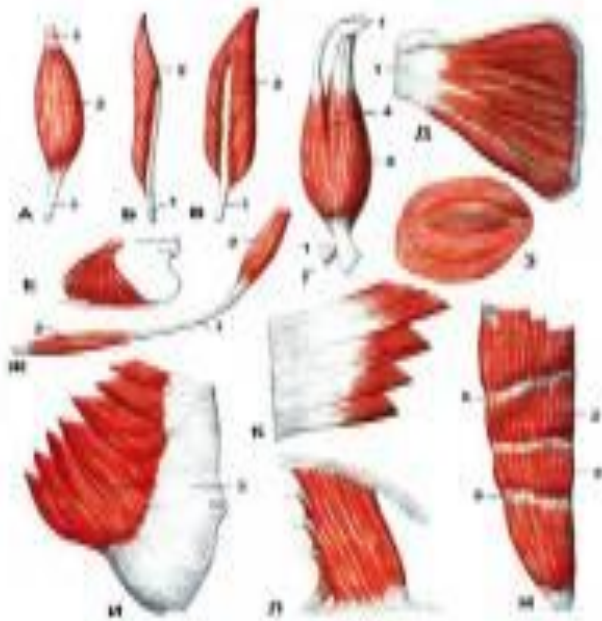
- ионный и информационный обмен;
- целостность мембраны и эл. потенц.
- осмобаланс, т.е. регуляция тургора и объема, роста растяжением;
- индукция ферментов прогр. кл. см. (ПКС), регуляция ферментов цитоплазмы.

Непрямые: контроль практически всех физиолого-биохимических превращений, экспрессии генов и ген. программ разв.

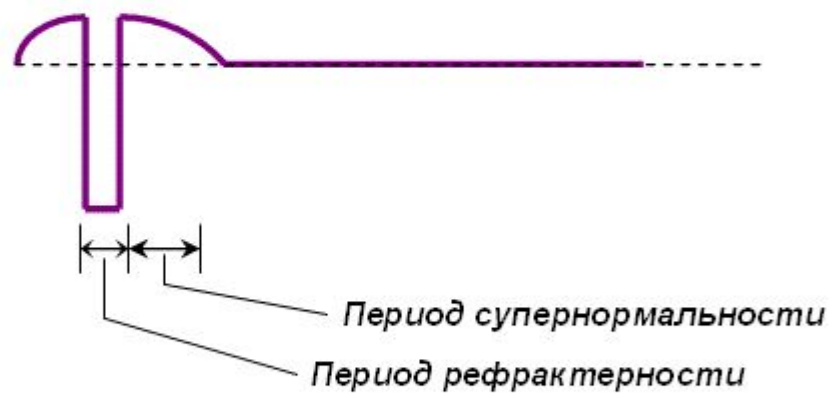
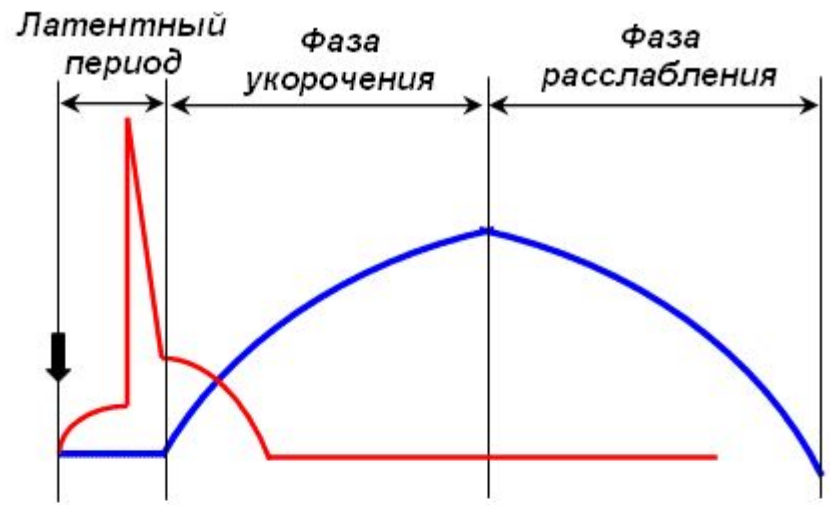
3 WORKING HYPOTHESIS FOR A CHANNEL

The channel is drawn as a transmembrane macromolecule with a hole through the center. The external surface of the molecule is glycosylated. The functional regions, selectivity filter, gate, and sensor are deduced from voltage-clamp experiments but have not yet been charted by structural studies. We have yet to learn how they actually look.

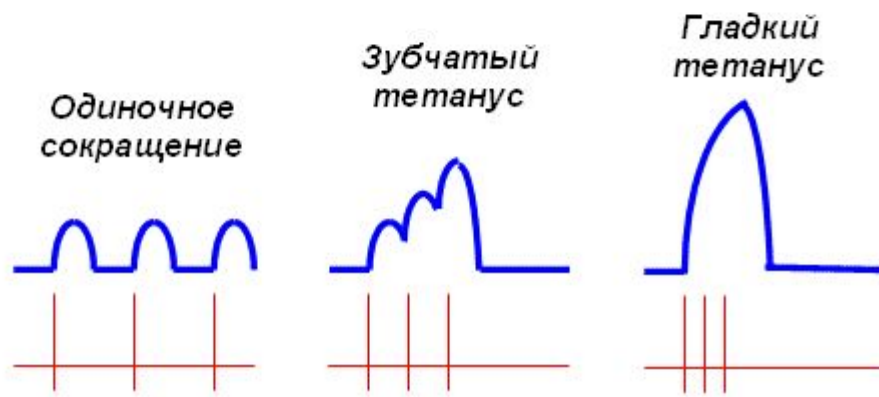
Виды мышц



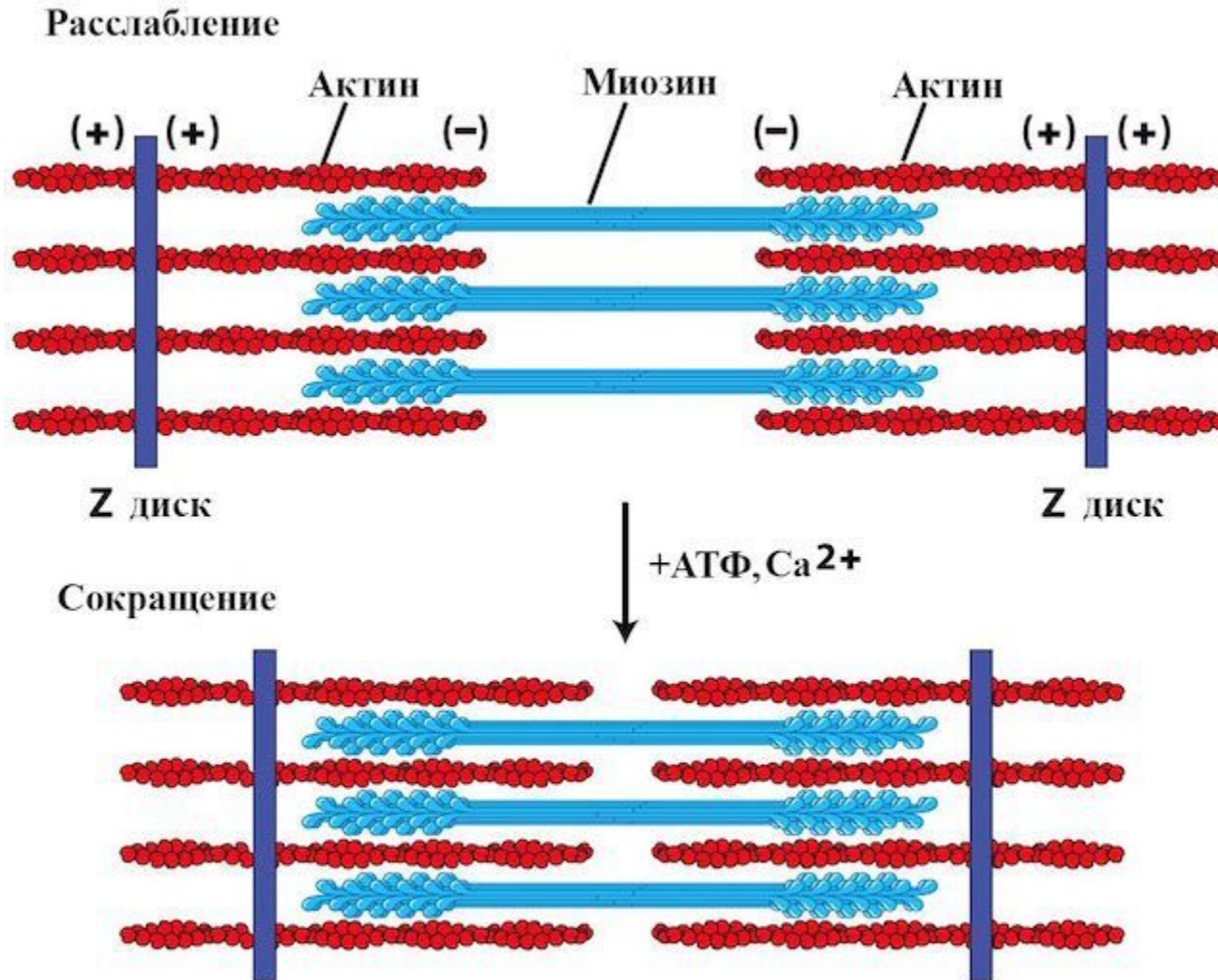
А



Б



Сократительные белки мышц





248

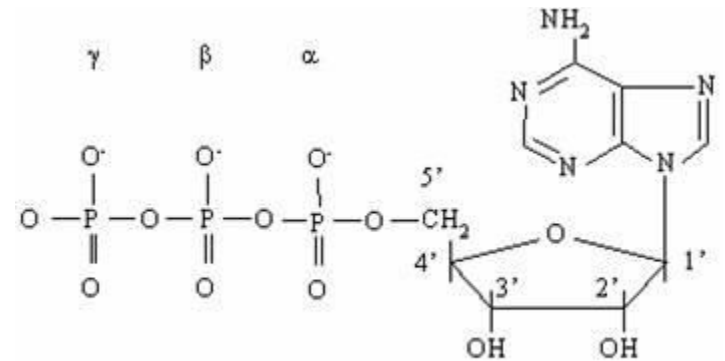
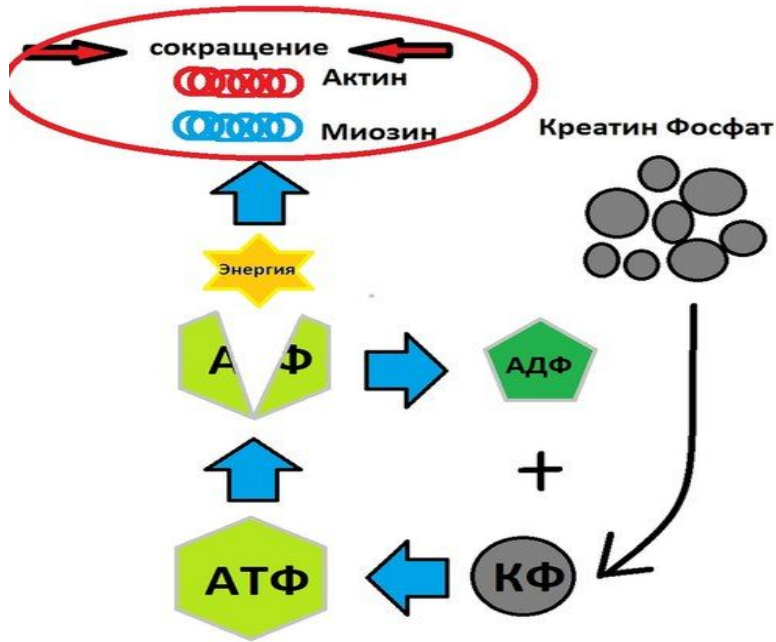
Рис. 248. Одиночное сокращение (А), суммация (Б), тетанус (В):

1 — момент первого раздражения, 2 — момент второго раздражения

Виды мышечных сокращений

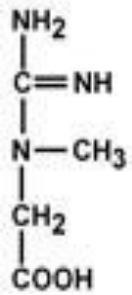


Макроэрги для мышечного сокращения



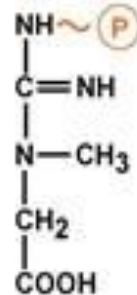
Строение молекулы АТФ

Мышцы
Мозг



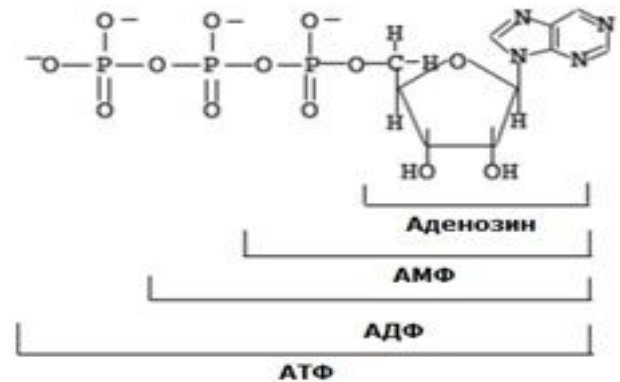
Креатин

Креатинкиназа



Креатинфосфат

Метаболизм АТФ в организме



Источники энергии для мышечной работы

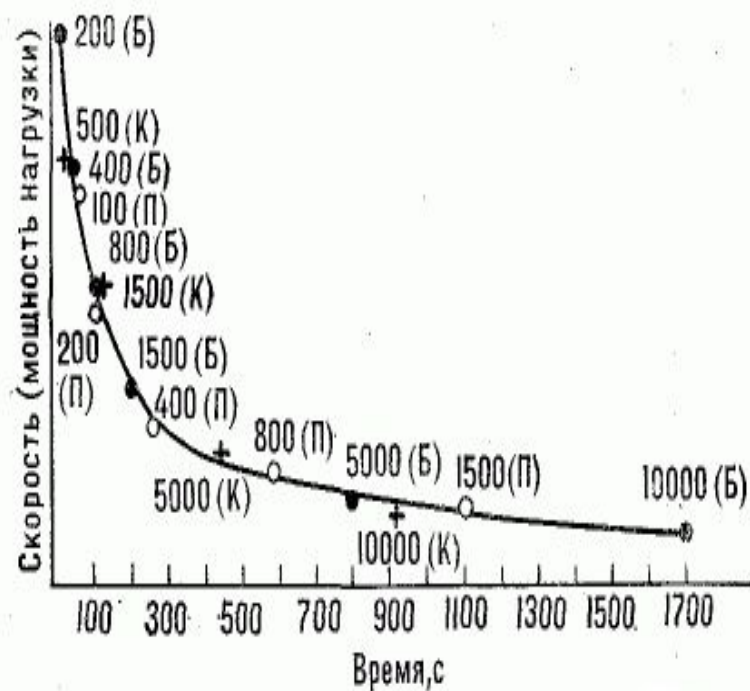
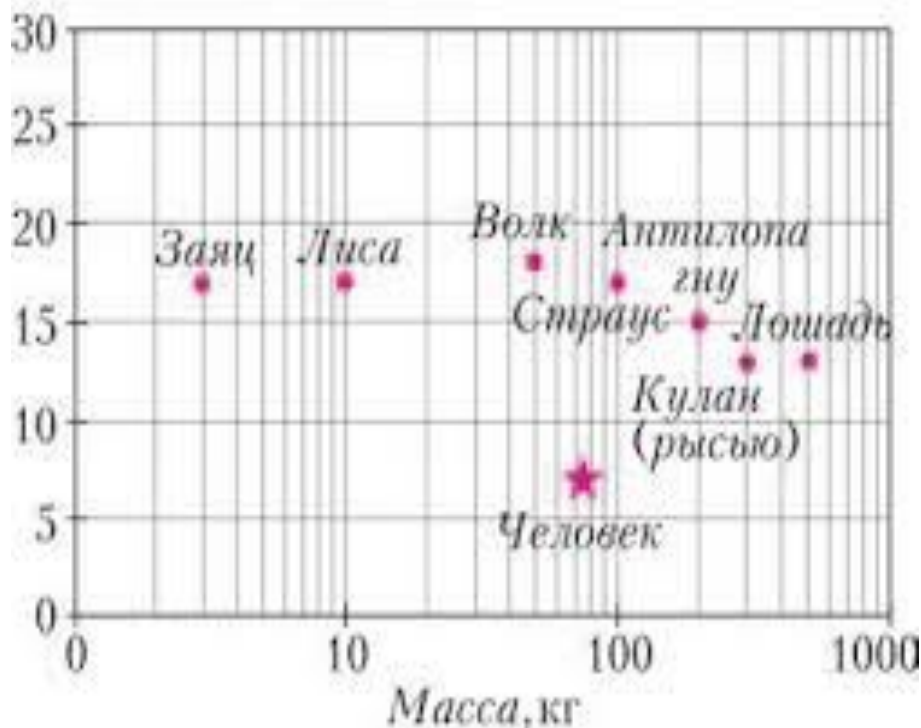


ВИДЫ СПОРТА И ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

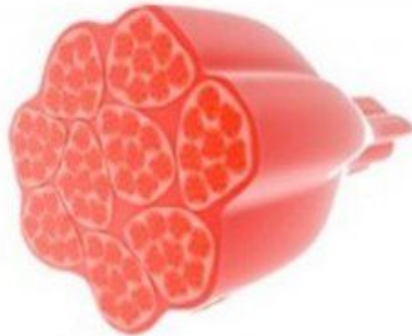


Рекорды скорости в беге на разные дистанции

Максимальная скорость
длительного бега, м/с

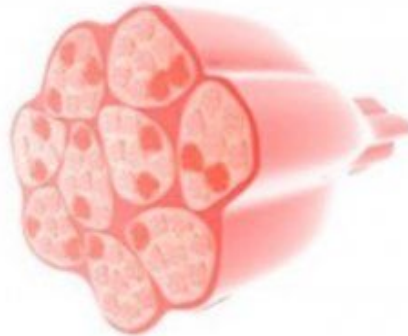


Красные и белые мышцы



Красные

высокая митохондриальная составляющая



Белые

низкая митохондриальная составляющая

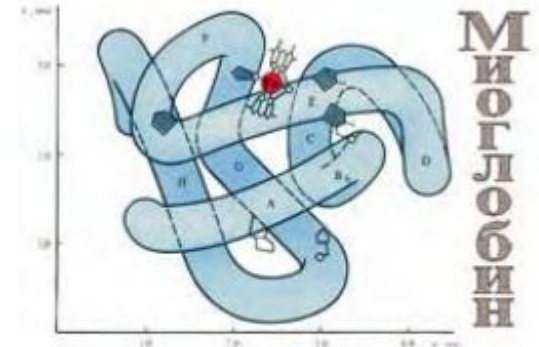
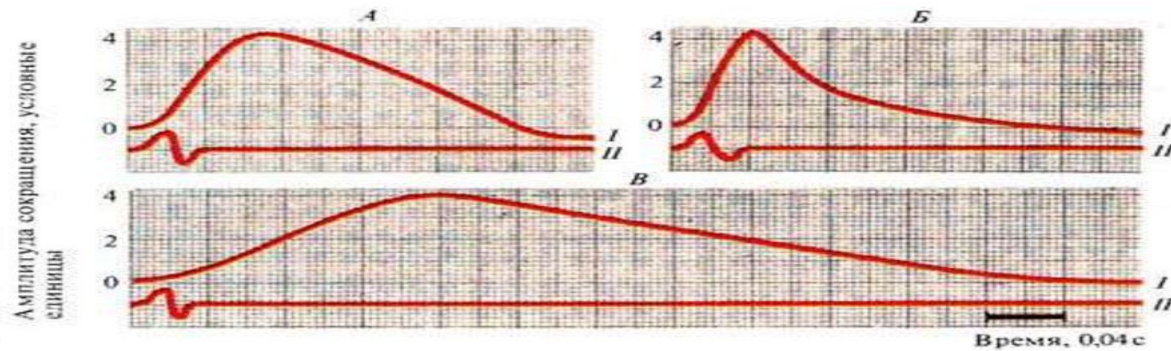
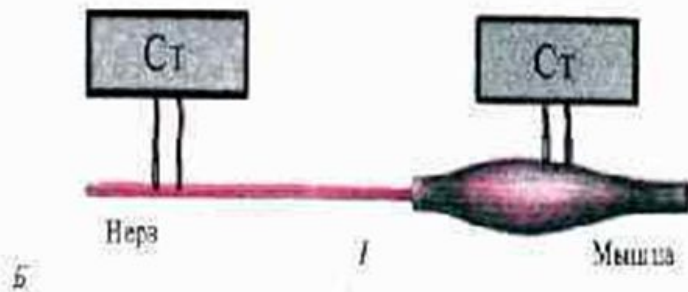
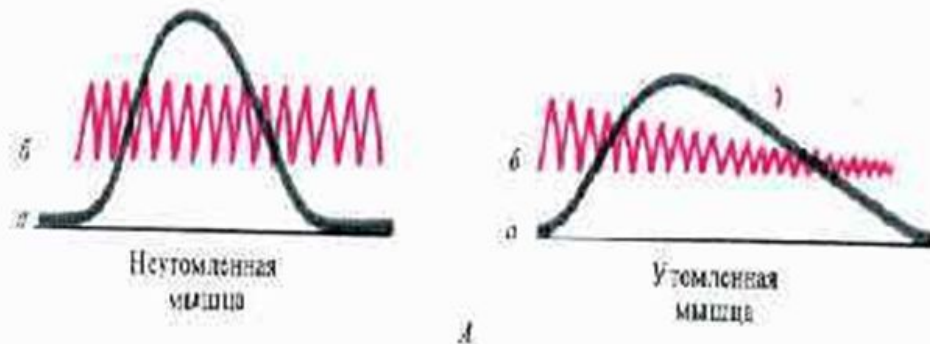


Рис. 5.17. Схема строения миоглобина

Кривые одиночного сокращения смешанной мышцы (А), мышцы из белых волокон (Б), мышцы из красных волокон (В);
I — сокращение, II — ток действия



Утомление мышцы



Продолжение. Опыт показывает локализацию утомления в миоэлектрическом смысле.

А – кривая одиночного сокращения (а) и эргограмма (б) неутомленной и утомленной мышцы;

Б – локализация утомления в нервно-мышечном аппарате:

I – схема опыта.

II – кривая утомления мышцы: а – утомление при раздражении нерва, который иннервирует мышцу; б – утомление при раздражении самой мышцы

Лекция окончена.
Благодарю за внимание.