

ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЇ ФІЗІОЛОГІЇ

- Лекція №1 для студентів 1 курсу 2 фармацевтичного факультету
 - Спеціальність «Фармація»

• Запоріжжя 2016

- ❖ Введення в курс фізіології.
- ❖ Збудливі тканини.
- ❖ Фізіологія і властивості збудливих тканин
- ❖ Біопотенціали.
- ❖ Проведення збудження по нерву і через нервово-м'язовий синапс.
- ❖ Властивості скелетних та гладких м'язів, механізм їх скорочення.
- ❖ Загальні принципи біологічної регуляції
- ❖ Нервова регуляція.
- ❖ Рефлекторний принцип діяльності ЦНС.

ФІЗІОЛОГІЯ

- *Фізіологія* - наука, що вивчає закономірності життєдіяльності організму, його органів і систем.
- В основі життєдіяльності лежать фізіологічні процеси, які складаються із взаємодії фізичних та хімічних процесів, що проявляються в живому на новому якісному рівні. Ці процеси забезпечують функції органів і систем.
- *Функцією є специфічна діяльність органа або системи органів.*

Механізми регуляції



Нейронна регуляція



Гуморальна регуляція

Можна виділити два типи взаємодії різних механізмів регуляції:

- а) шляхом впливу на сам орган,
- б) шляхом впливу один на одного.

Надійність регулювання досягається існуванням декількох контурів регуляції, починаючи від генетичного до нервово-рефлекторного.

Гуморальна регуляція здійснюється:

а) неспецифічними продуктами обміну (метаболіти),

б) специфічними регуляторами, біологічно активними сполуками.

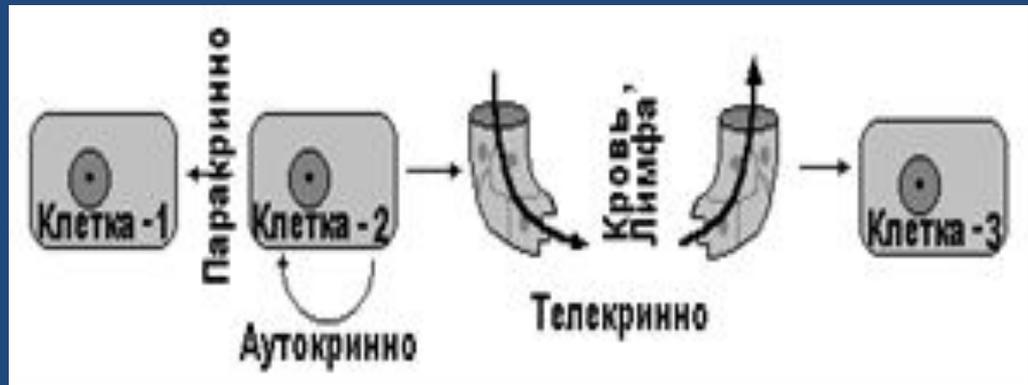


РИС. СХЕМА РІЗНОГО ТИПУ ВПЛИВУ ГОРМОНІВ.

НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ

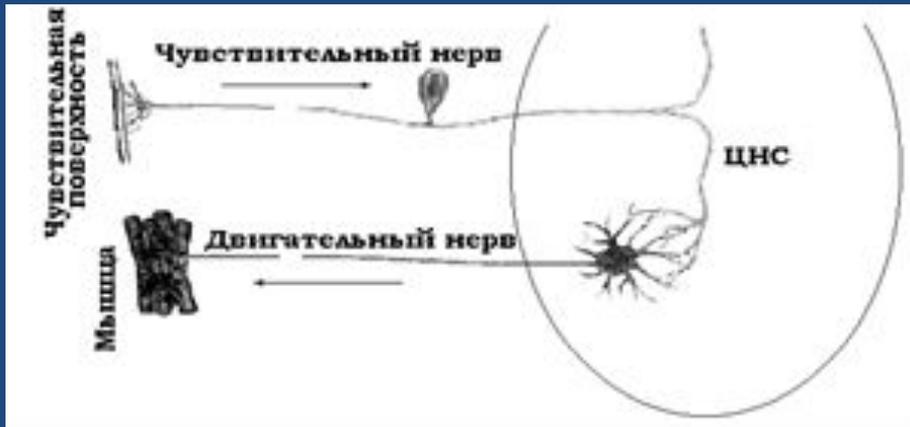


Рис. Схема рефлекторної дуги.

Рефлекс забезпечує точність регуляції, в основі чого лежить отримання інформації від органу, її аналіз в нервовому центрі і дозована точність еферентної сигналізації до виконавчого органу.

Від гуморальної нервова регуляція відрізняється тим, що:

- а) сигнали розповсюджуються по нервовим волокнам з великою швидкістю - від 0,5 до 80-100 м/с,
- б) імпульси потрапляють до певних органів або їх частинам.

ЦІЛІСНІСТЬ ОРГАНІЗМУ

- Клітини різних тканин утворюють органи, які виконують декілька функцій.
- Організм складається з органів, які поєднуючись з іншими органами для виконання своїх функцій, утворюють *функціональні системи* (травлення, виділення та ін.).

КЛЕТКА

- Элементарной биологической единицей является клетка. На этом структурном уровне обеспечивается способность к:

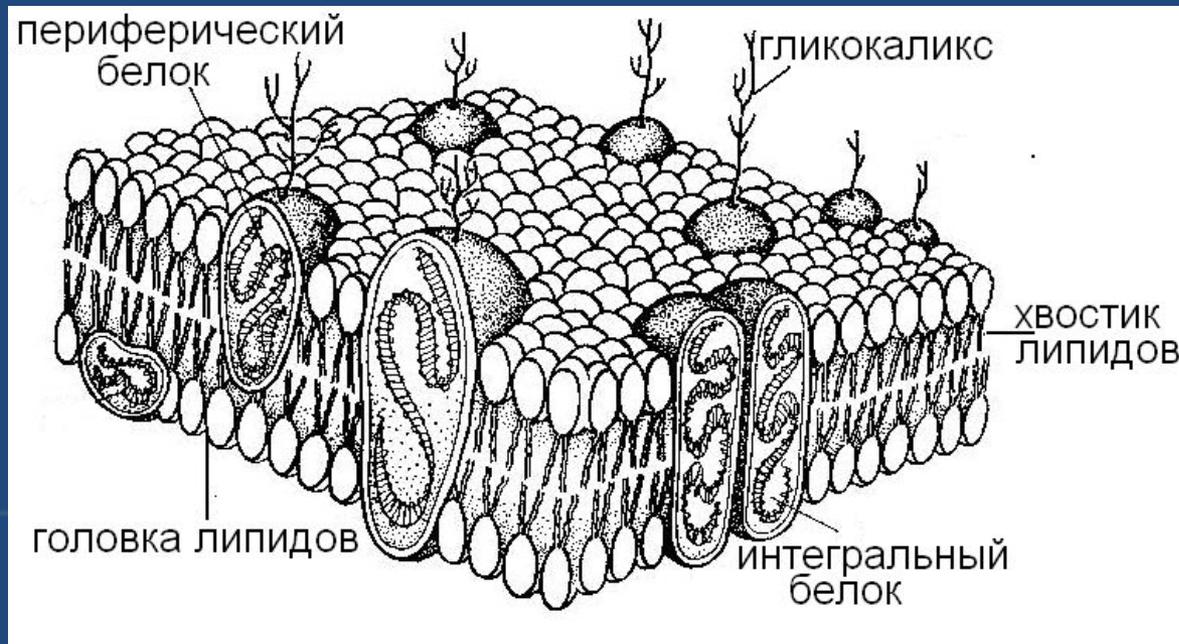
✓ самостоятельному существованию,

✓ самоподдержанию,

✓ выполнению всех основных биологических функций.



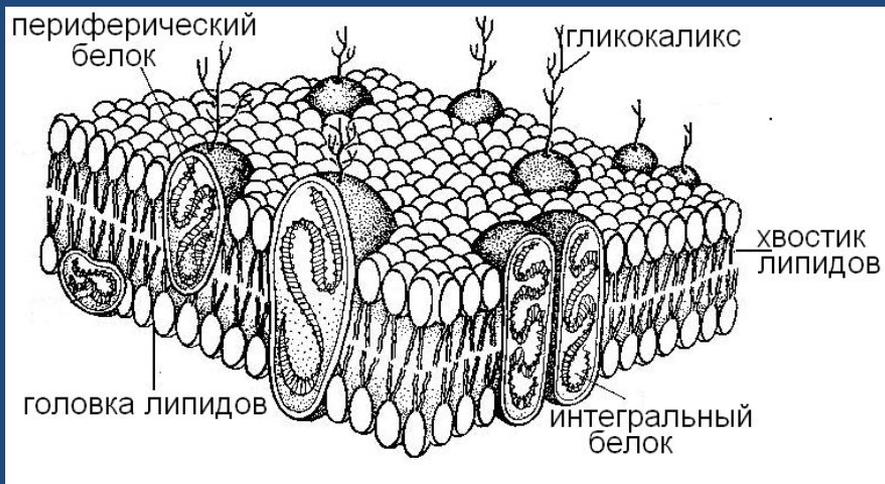
- Мембраны клеток – эластичные структуры толщиной 7-10 нм, основой которых являются липиды. Двойной слой их имеет гидрофильную головку, обращенную к водным средам, и гидрофобные хвостики. Гидрофобные части молекул обращены друг к другу.



ФУНКЦИИ МЕМБРАН:

- ❑- ОРГАНИЗУЮТ - создают соответствующую структуру самой клетки и ее органоидов,
- ❑- ИЗОЛИРУЮТ СТРУКТУРУ, обеспечивая преграду на пути веществ, стремящихся посту-пить или покинуть ее,
- ❑- СОЗДАЮТ ГРАДИЕНТЫ (РАЗЛИЧИЯ) КОНЦЕНТРАЦИИ многих соединений между соответствующей структурой и окружающей средой,
- ❑ - РЕГУЛИРУЮТ активность процессов, протекающих в каждом структурном образовании, передавая внешние сигналы,
- ❑ - ОПРЕДЕЛЯЕТ ИММУННУЮ СПЕЦИФИЧНОСТЬ КЛЕТКИ.

БЕЛКИ МЕМБРАН Ы



- **Белки мембран (около 50% массы) бывают двух видов: интегральные (пронизывают всю мембрану) и периферические (фиксированы на обеих поверхностях).**
- **Периферические белки представлены энзимами (ацетилхолинестераза, фосфатаза и др.). Рецепторы та антигены мембран могут быть как интегральными, так и периферическими белками.**
- **Интегральные белки могут входить в состав ионных каналов и переносчиков через мембрану больших молекул. Большая часть их является гликопротеинами. Их углеводная часть выступает из клеточной мембраны и может быть носителем антигенов или является рецепторами, для связи с лигандами (гормонами, медиаторами и др.)**



ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ. БИОТОКИ

К возбудимым тканям
относятся

- ✓ нервная,
- ✓ мышечная,
- ✓ железистая

Свойства возбудимых
тканей

- ✓• возбудимость
- ✓• проводимость
- ✓• рефрактерность
- ✓• лабильность

- Возбудимость – способность ткани отвечать на раздражение изменением ряда своих свойств.

Показатель возбудимости – порог раздражения. Это минимальное по силе раздражение, способное вызвать видимую ответную реакцию ткани.

- Проводимость – способность ткани проводить возбуждение по всей своей длине.

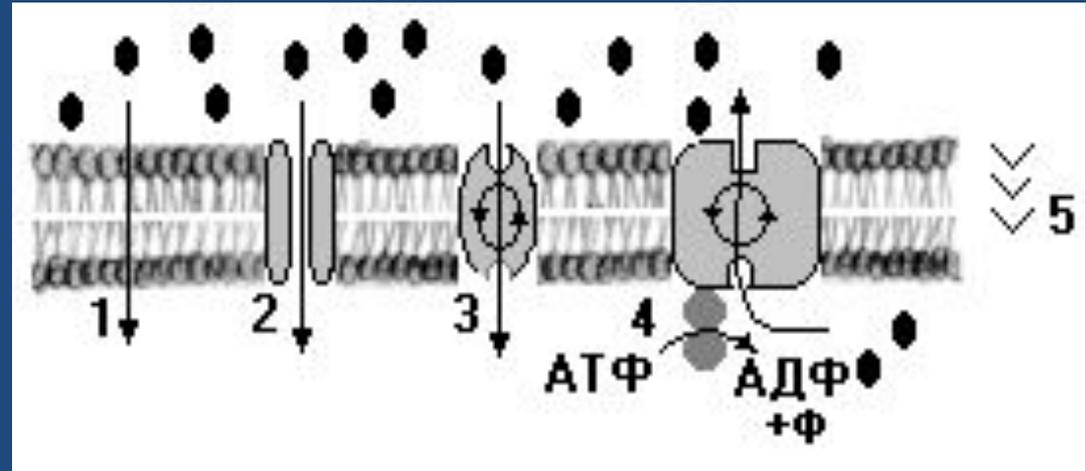
Показатель проводимости – скорость проведения возбуждения. Проводимость напрямую зависит от возбудимости ткани: чем выше возбудимость, тем выше проводимость, так как быстрее возбуждается расположенный рядом участок ткани.

- Рефрактерность – способность ткани терять или снижать возбудимость в процессе возбуждения. При этом в ходе ответной реакции ткань перестает воспринимать раздражитель.

Показатель рефрактерности (рефрактерный период) - время, в течение которого возбудимость ткани снижена. Рефрактерный период тем короче, чем выше возбудимость ткани.

- **Лабильность** – способность ткани генерировать определенное число волн возбуждения в единицу времени в точном соответствии с ритмом наносимого раздражения. Лабильность определяется продолжительностью рефрактерного периода (чем короче рефрактерный период, тем больше лабильность).

ПУТИ ЧРЕЗМЕМБРАННОГО ТРАНСПОРТА



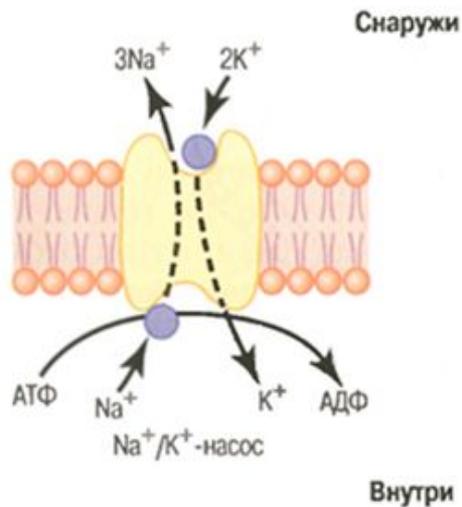
- 1- свободная диффузия,
- 2 - ионные каналы,
- 3 - облегченная диффузия,
- 4 - активный транспорт,
- 5 - градиент концентрации, который создает силу для пассивного транспорта веществ.



ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ

- ❖ ДИФФУЗИЯ (непрерывное движение молекул относительно друг друга в жидкостях или газах)
 - простая диффузия может происходить через клеточную мембрану 2 способами:
 - Через межмолекулярные участки липидного бислоя, если данное вещество растворимо в жирах
 - через белковые каналы интегральных белков
 - облегченная диффузия требует взаимодействия с белком – переносчиком, связываясь с ним химически.
- ❖ ОСМОС (процесс направленного движения воды, связанный с различием ее концентрации)
- ❖ АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ (процесс перемещения молекул или ионов через клеточную мембрану против градиента концентрации с затратой энергии АТФ)

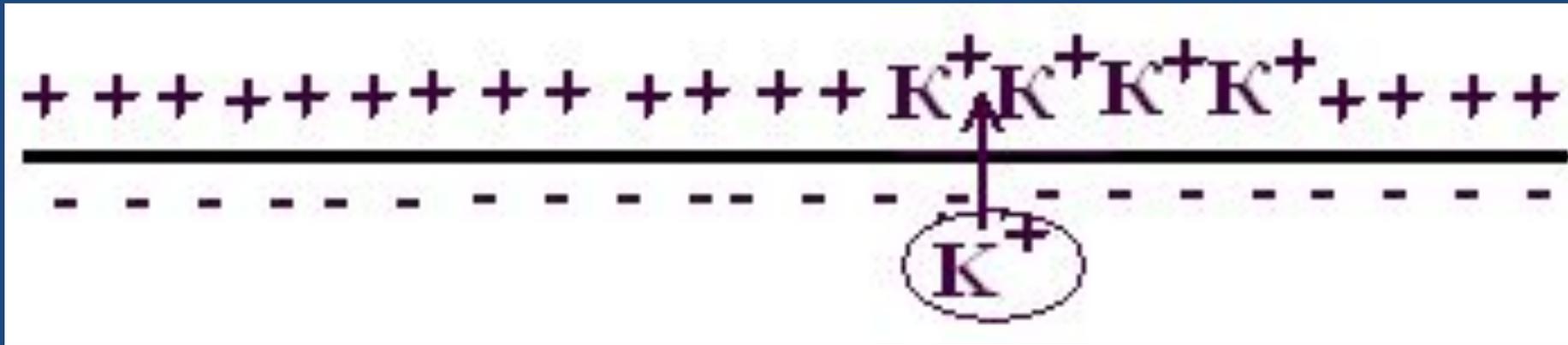
Натрий-калиевый насос



Функциональные характеристики Na⁺/K⁺-насоса

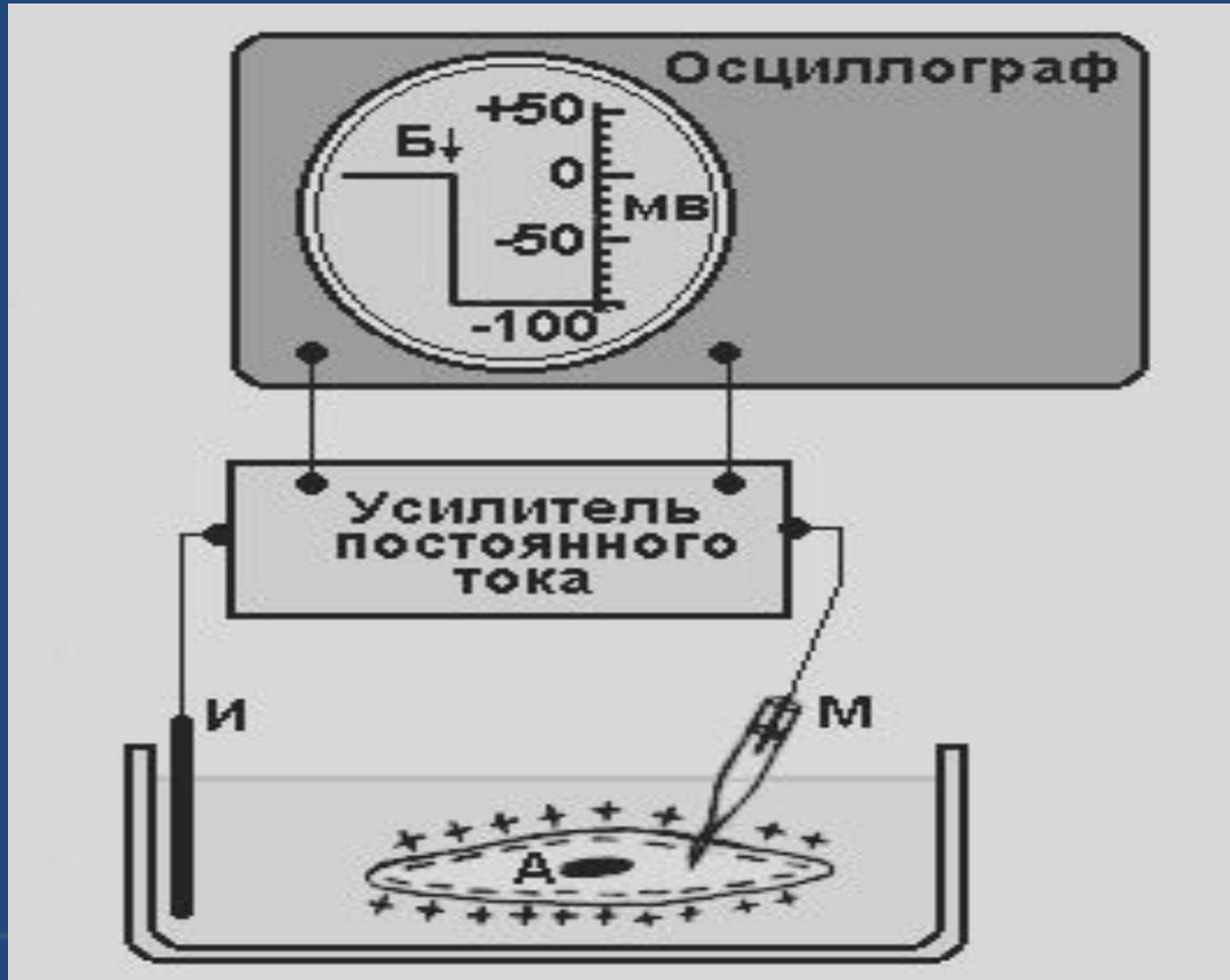
- Последовательные этапы работы насоса:
- 1 – открытие «зева»,
- 2 – захват 3 Na⁺,
- 3 – выброс 3 Na⁺ из клетки,
- 4 – захват 2 K⁺,
- 5 – выброс 2 K⁺ в клетку.
- *Между 1 и 2 этапами происходит гидролиз АТФ с выделением энергии.*

ПОКОЯ (ПП, МП)



- В покое проницаемость мембран клеток немного выше для K^+ , чем для Na^+ . Поэтому часть ионов калия может выходить из клетки, создавая снаружи избыток «+» ионов. А внутри создается избыток «-» ионов.
- Это и создает заряд мембраны – потенциал покоя.
- Можно сказать, что ПП – калиев потенциал.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА МЕМБРАНЫ С ПОМОЩЬЮ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО МИКРОЭЛЕКТРОДА





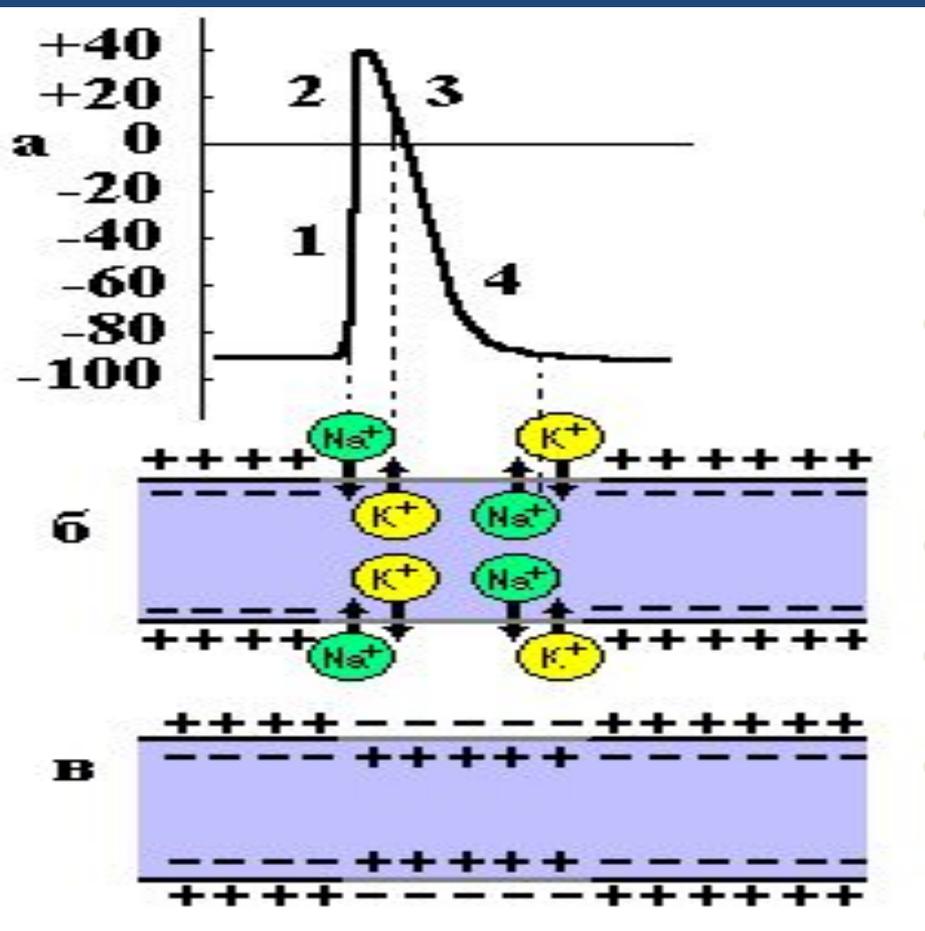
ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ (ПД)

- Это разность потенциалов между возбужденным и невозбужденным участками мембраны, которая возникает в результате быстрой деполяризации мембраны с последующей ее перезарядкой.
- Амплитуда ПД около 120 – 130 мкВ, длительность (в среднем) - 3 – 5 мс
(в разных тканях от 0,01мс до 0,3 с).

Условия возникновения ПД

- Деполяризация должна достигнуть критического уровня
- Ток натрия в клетку должен превышать ток калия из клетки в 20 раз (каналы для натрия быстропроводящие, а для калия – медленные)
- Должна развиться регенеративная деполяризация

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ (ПД)



- А - Фазы развития ПД: под действием раздражителя открываются Na-каналы.
- 1 – деполяризация,
- 2 – овершут,
- 3 – реполяризация,
- 4 – покоя (ПП).
- Б – Ионные потоки.
- В – Изменение заряда мембраны.
- ПД = 120 мВ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАТРИЕВОГО КАНАЛА ПРИ РАЗВИТИИ ПД



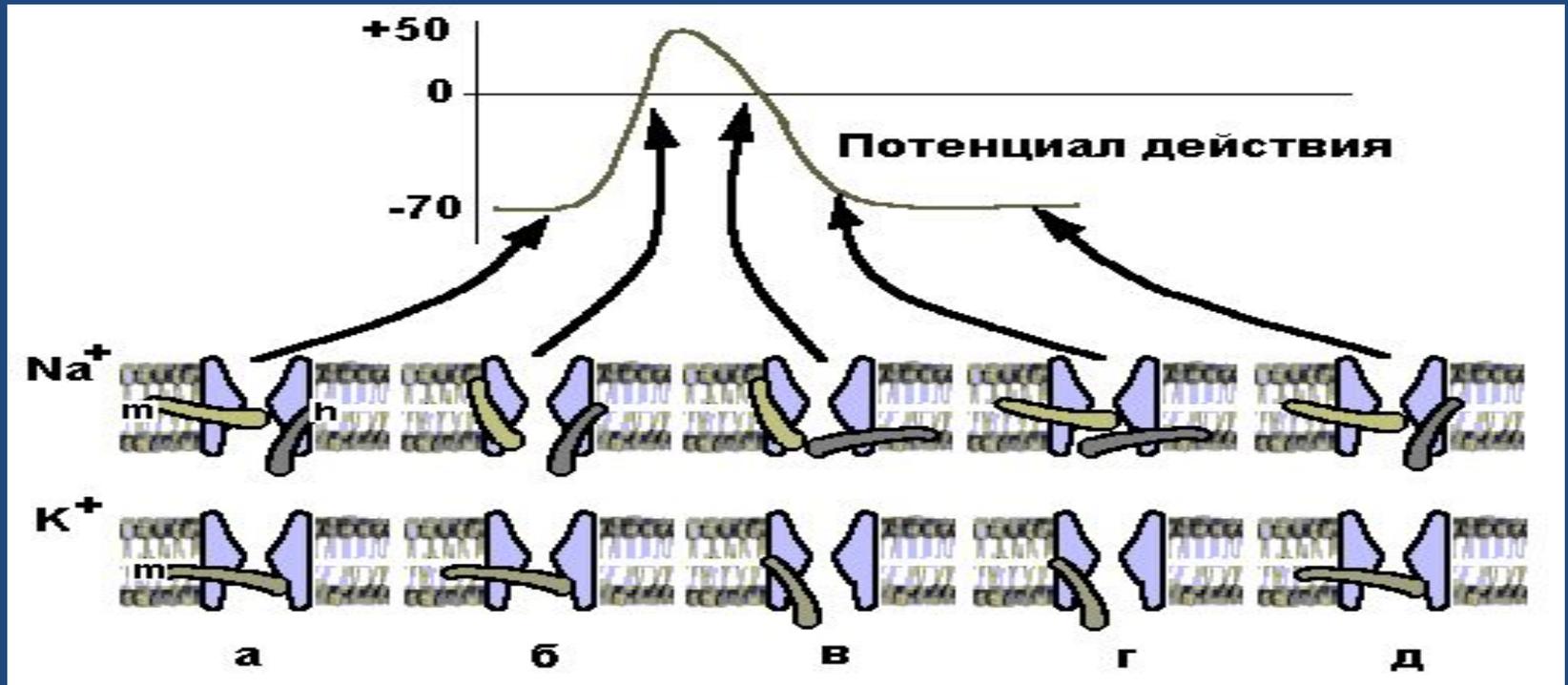
У натриевого канала два типа ворот: активационные и инактивационные. В покое инактивационные ворота открыты, а канал закрыт активационными воротами.

а – закрыты активационные ворота,

б – открыты активационные ворота (под влиянием раздражителя),

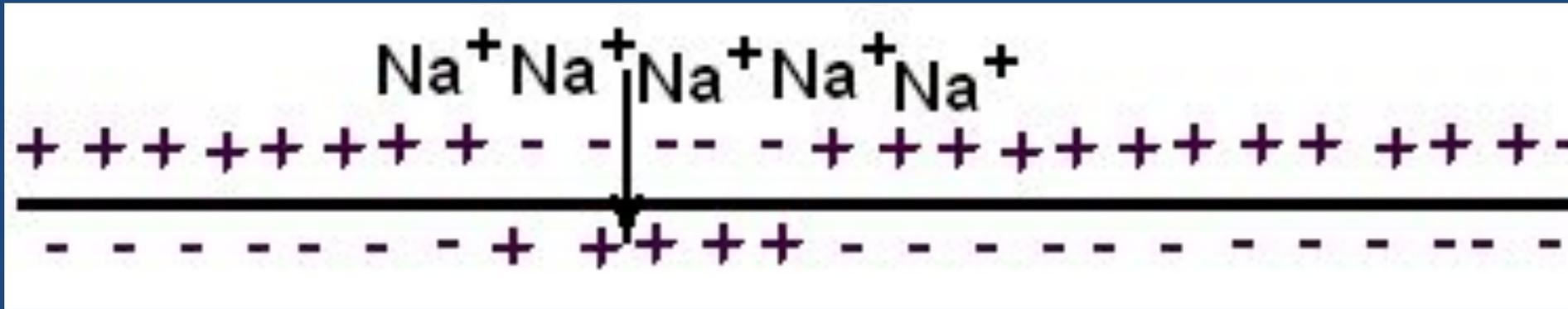
в – закрыты инактивационные ворота (канал становится невозбудимым – состояние рефрактерности).

СООТНОШЕНИЕ СОСТОЯНИЯ НАТРИЕВЫХ И КАЛИЕВЫХ КАНАЛОВ С ФАЗАМИ РАЗВИТИЯ ПД



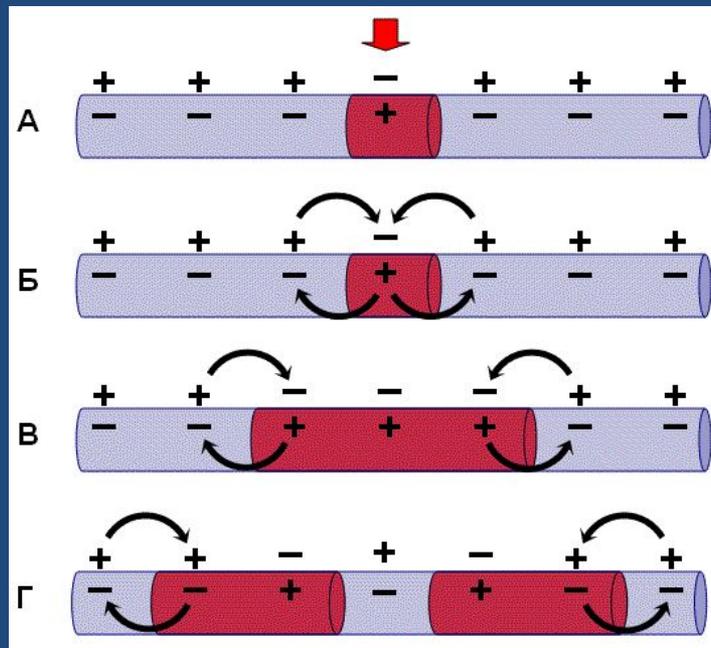
Состояние натриевых и калиевых каналов мембраны в различные фазы развития потенциала действия: а - период потенциала покоя; б - деполяризация; в - начало реполяризации; г - завершение реполяризации; д - возвращение к потенциалу покоя.

ПРОВОДИМОСТЬ – РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПД ПО МЕМБРАНЕ



- ПД возникает между деполяризованной областью мембраны и ее невозбужденным участком. Разность потенциалов здесь во много раз выше того уровня, который необходим для того, чтобы деполяризация мембраны достигла порогового уровня.
- При этом благодаря открытию активационных ворот натриевого канала ионы натрия, входящие внутрь возбужденного участка, служат источником электрического тока для возникновения *деполяризирующего потенциала* (ПД) соседних участков.

ПРОВЕДЕНИЕ ПД ПО БЕЗМИЕЛИНОВОМУ НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ, МЕМБРАНЕ МЫШЦЫ



- ПД проводится от «точки» возникновения к каждому следующему участку мембраны.

ПРОВЕДЕНИЕ ПД ПО МИЕЛИНИЗИРОВАННОМУ НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ (САЛЬТАТОРНО – ПРЫЖКАМИ ОТ ВОЗБУЖДЕННОГО ПЕРЕХВАТА К СЛЕДУЮЩЕМУ)



ЗАКОН «ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО»

- Подпороговый раздражитель вызывает местную деполяризацию (*«ничего»*)
- Пороговый раздражитель вызывает максимально возможный ответ (*«Все»*)
- Сверхпороговый раздражитель вызывает также максимально возможный ответ (*«Все»*)

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

- ❖ Двустороннего проведения возбуждения
 - ❖ Изолированного проведения возбуждения
 - ❖ Анатомической и физиологической целостности
-



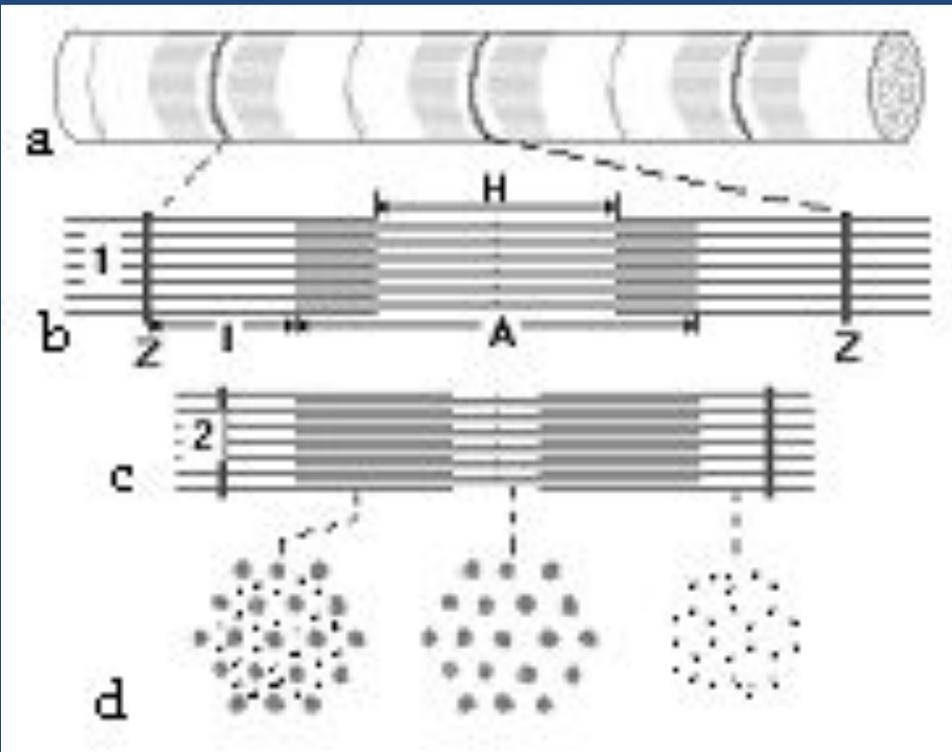
Блокаторы натриевых каналов вызывают стойкую деполяризацию мембраны, что приводит к полной невозбудимости нервного волокна (длительный период абсолютной рефрактерности)

Этим блокатором является тетрадоксин (яды скорпионов, моллюсков, ракообразных действуют подобным образом)

СКЕЛЕТНАЯ МЫШЦА

- Скелетная мышца состоит из мышечных волокон.
- Внутри их содержатся важнейшие органоиды: митохондрии, саркоплазматический ретикулум.
- А так же важнейшие белки: миоглобин, актиновые и миозиновые миофиламенты.

СХЕМА СТРОЕНИЯ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА



Мышечное волокно состоит из отдельных саркомеров.

Саркомер - с двух сторон ограничен **Z** – мембранами.

Толстые – миозиновые,

Тонкие – актиновые нити.

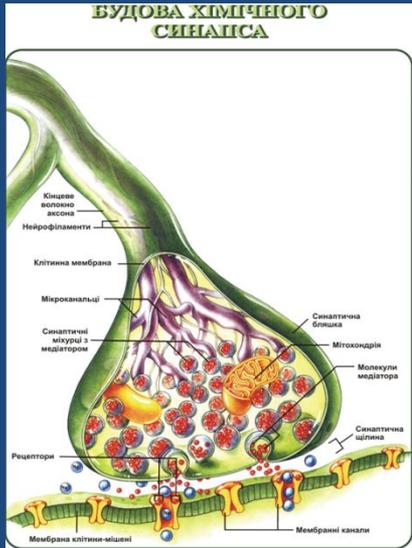
Состояния:

1 - расслабленное,

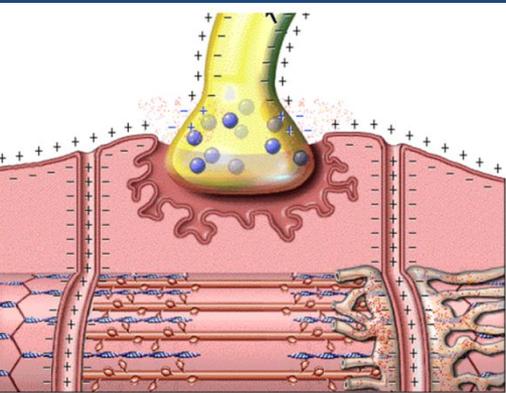
2 – сокращенное.



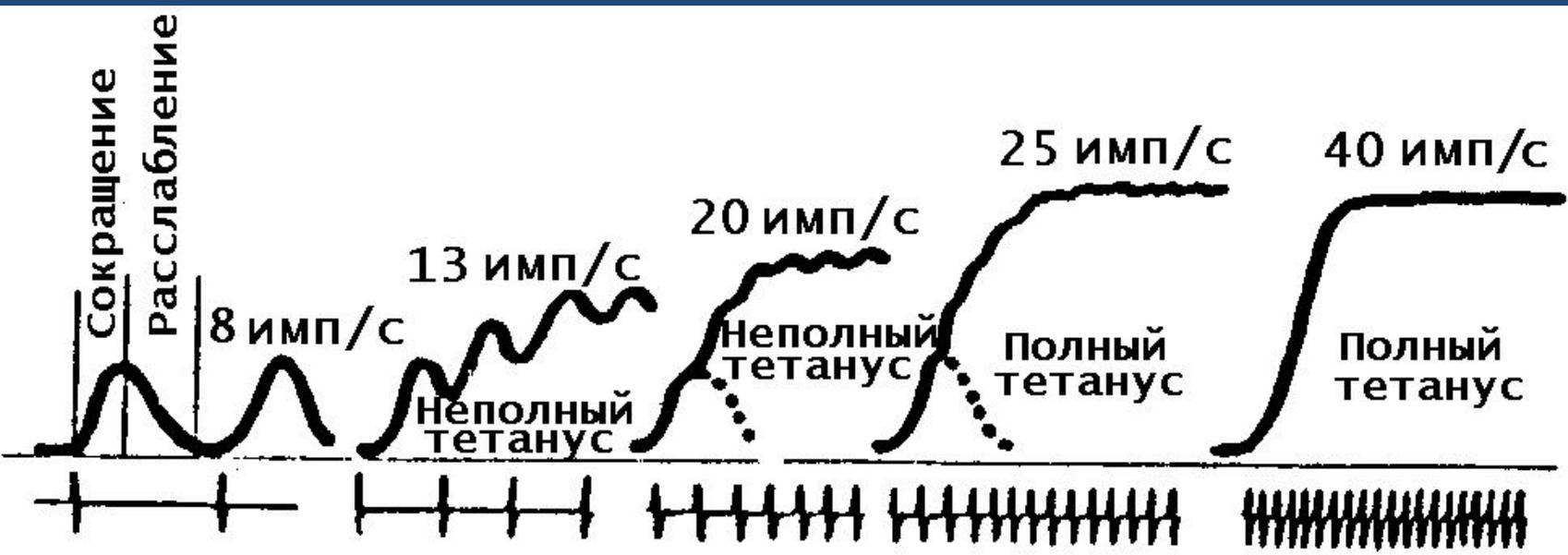
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ.



- Приход ПД к пресинаптической мембране, ее деполяризация и генерация на ней потенциала действия.
- Проникновение внутрь пресинаптической мембраны ионов кальция – для транспорта везикул с медиатором.
- Взаимодействие везикул с активными участками пресинаптической мембраны.
- Экзоцитоз и выделение квантов медиатора в синаптическую щель (квант медиатора – это содержимое одной везикулы).
- Диффузия медиатора к постсинаптической мембране.
- Взаимодействие медиатора с клеточными рецепторами субсинаптической мембраны.
- Изменение неспецифической проницаемости для ионов.
- Образование постсинаптических потенциалов.
- Возникновение на постсинаптической мембране потенциала действия.



МЫШЦ



- А - одиночное сокращение,
- Б – неполный тетанус,
- В – полный тетанус.

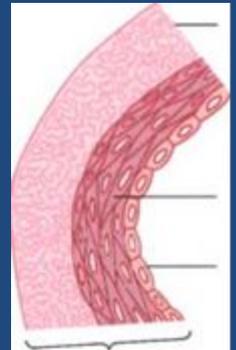
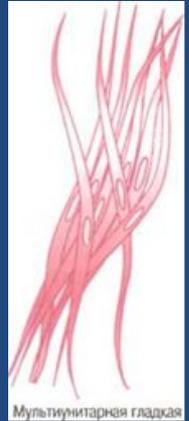
Нервно-мышечный **синапс** является «выгодным» **местом**, куда можно воздействовать фармакологическими препаратами, изменяя чувствительность рецептора, активность фермента.

При введении микродозы **токсина ботулизма** – блокируется высвобождение медиатора АЦХ и не возникает сокращения мышцы (*разглаживание морщин в косметической медицине*),

блокада холинорецепторов (курареподобными препаратами, бунгаротоксином) нарушает открытие Na^+ каналов на постсинаптической мембране (*миорелаксанты*).

ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ

- Гладкие мышцы можно разделить на два основных типа:
- Мультиунитарные (радужка, ресничные, артериол, семенных протоков, вокруг волосяных луковиц) каждое волокно функционирует независимо от других и часто иннервируется одиночным нервным окончанием.
- Унитарные (в стенке большинства внутренних органов). Волокна обычно организованы в пласты или пучки, сокращаются вместе как единое целое, образуют функциональный синцитий.



ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛАДКИХ МЫШЦ

- 1) НЕСТАБИЛЬНЫЙ МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, КОТОРЫЙ ПОДДЕРЖИВАЕТ МЫШЦЫ В СОСТОЯНИИ ПОСТОЯННОГО ЧАСТИЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ – ТОНУСА;
- 2) САМОПРОИЗВОЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ;
- 3) СОКРАЩЕНИЕ В ОТВЕТ НА РАСТЯЖЕНИЕ;
- 4) ПЛАСТИЧНОСТЬ (УМЕНЬШЕНИЕ РАСТЯЖЕНИЯ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ РАСТЯЖЕНИЯ);
- 5) ВЫСОКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ХИМИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВАМ.

СОКРАЩЕНИЕ ГЛАДКИХ МЫШЦ

- Сокращение гладких мышц отличается высокой экономичностью: АТФ расходуется в 10 - 100 раз меньше, чем при сокращении скелетных мышц.
- Экономичность сокращений обеспечивает возможность длительных сокращений без развития утомления.

