

## МЕХАНИЗМ СОКРАЩЕНИЯ И РАССЛАБЛЕНИЯ МЫШЦ. ТЕТАНУС

Муталибхонов Сарвархон Илёсхон ўгли

Ургенчский филиал Ташкентской медицинской академии

### **Аннотация:**

*В этой статье рассматриваются работы мышц и вообще что подразумевает собой механизм сокращения и расслабления мышц, именно какие белки участвуют в сокращении мышц, тетанические сокращения, а также высказывания учёных по поводу тетануса.*

**Ключевые слова:** Саркоплазматический ретикулум, саркоплазма,  $\alpha$ -мотонейроны, медиатор, реактивный субстатор, тетанус, «трупное окаменение», миорелаксация, конформация.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

#### Механизм сокращения и расслабления мышц

Нам известно, что у спинного мозга есть 3 рога, именно передняя рога имеют  $\alpha$ -мотонейроны, которые ведут в соматический нерв, а соматический, как мы знаем, в конце имеет синапс, который является проводником нервного импульса к реактивным субстаторам (рабочий орган). Нервный импульс по соматическим волокнам поступает в синапс и переводится в реактивный субстатор, в данный момент у нас это мышцы. Поступая в мышцы вызывает возбуждение, которое следовательно открываются  $\text{Na}^+$  каналы и возбуждение по ЭПС (эндоплазматическая сеть) доходит до саркоплазматической ретикулы.

Саркоплазматический ретикулум - это система состоящая из продольных и поперечных трубочек, а также цистерн (саркоплазма).

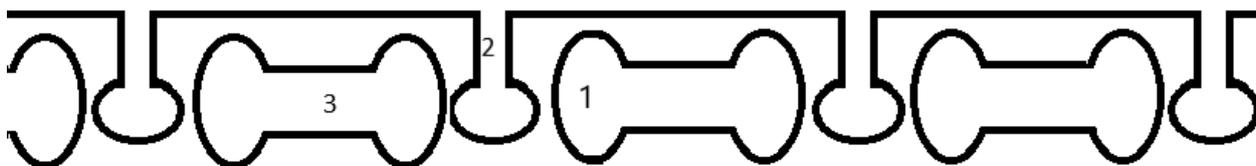


Рис. 1 Саркоплазматический ретикулум

1 - саркоплазма(цистерна); 2 - Т- образная труба (поперечная);  
3 – продольная труба.

Возбуждение доходя до саркоплазматической ретикулы поступает в Т- образную трубу и по двусторонним направлениям доходит до саркоплазмы. А

в саркоплазме находится  $\text{Ca}^{2+}$ - каналы (поры),  $\text{Ca}^{2+}$ - насосы (помпа).  $\text{Ca}^{2+}$ - каналы под действием возбуждения открываются и ионы  $\text{Ca}^{2+}$  выходят в меж фибриллярное пространство и соответственно концентрация  $\text{Ca}^{2+}$  в меж фибриллярной пространстве увеличиваются. В меж фибриллярной пространстве находятся белки такие как тропонин, тропомиозин, миозин, актин.

Вначале между актином и миозином стоит белок тропомиозин который не даёт соединению миозина с актином (рис 3).



Рис. 2 Тропомиозин

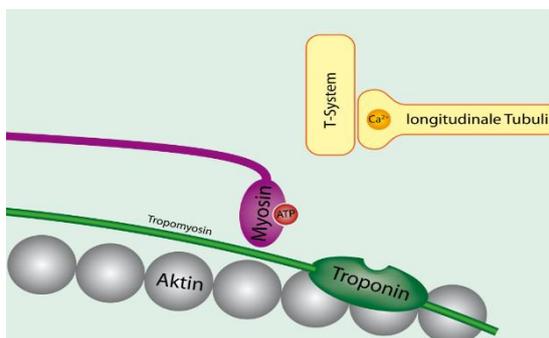


Рис. 3 Когда тропомиозин стоит между актином и миозином

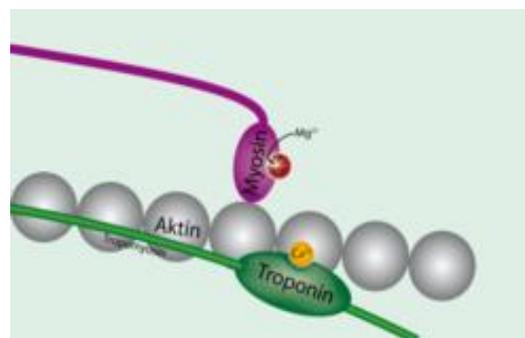


Рис. 4 Когда актин соединяется с миозин

Вышедшие ионы  $\text{Ca}^{2+}$  в меж фибриллярном пространстве действуют на белок тропонин. После действия  $\text{Ca}^{2+}$  тропонин подвергается конформации (изменение формы и локус белка), после чего конформированный белок тропонин действует на тропомиозин. Потом белок тропомиозин отходит от середины белков актина и миозина (рис.4), вследствие чего актин и миозин соединяются и наступает фаза сокращения.

Появляется вопрос, для наступления фазы сокращения хватит ли соединение актина с миозином? Конечно же нет! Чтобы досконально наступила фаза сокращения актин и миозин должны тереться друг об друга. Конечно, появляется следующий вопрос, как они трутся друг об друга, просто так? Нет, как нам известно из рис. 3 белок миозин имеет шейку где именно образуется АТФ, за счёт расщепления глюкогена и липида. Именно благодаря энергии белки, (актин и миозин) трутся друг с другом.

Наша мышца сократилась, теперь она должна расслабиться.

Как мы упомянули выше, что благодаря расщеплению глюкогона и липида образуется АТФ, который большую свою часть израсходовала сокращению. Остаётся малый объём энергии.

Энергия образованная на шейке миозина направляется в сарколемму и активирует  $Ca^{2+}$  - насосы. Потом  $Ca^{2+}$  - насосы вытягивают ионы  $Ca^{2+}$  из меж фибриллярной пространства. Это говорит о том что концентрация ионов  $Ca^{2+}$  в меж фибриллярной пространстве уменьшаются. Конформированные тропонины приобретают свою исходную форму, естественно, после чего они (тропонины) перестанут оказывать действие тропомиозином, а тропомиозины возвращаются в свои локусы, при чём отталкивая актин и миозин друг от друга. Актин и миозин не трутся друг об друга. Это и есть фаза расслабления.

Появляется вопрос, почему у трупов постоянная сокращённая мышца? Это потому что у трупов  $Ca^{2+}$  - насосы не работают, вследствие в в меж фибриллярной пространстве наблюдается избыточное накопление ионов  $Ca^{2+}$ , это явление также называют «трупным окаменением».

| Структуры саркомеров | Изменение в сравнении с покоей мышцей |                   |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------|
|                      | Сокращённая мышца                     | Растянутая мышца  |
| Диск А               | Без изменений                         | Без изменений     |
| Диск I               | Укорачивается                         | Удлиняется        |
| Н-полоска            | Укорачивается                         | Удлиняется        |
| Z-линия              | Приближаются друг к другу             | Отходят в стороны |

### Тетанус

Тетаническое сокращение- это длительное сокращение мышцы, возникающее под действием ритмического раздражения, когда последующее раздражение или нервные импульсы поступают к мышцам, пока они ещё не расслабились. Тетанус бывает двух видов: 1- зубчатый; 2- гладкий.

Зубчатый тетанус, при этом каждый последующий стимул поступает в период расслабления.

Гладкий тетанус, при этом каждый стимул поступает в фазе расслабления



Рис. 5 Виды тетануса

По мнению Гельмогельца, тетанические сокращения происходят когда отдельные сокращения накладываются одно на другое, когда они следуют друг за другом очень быстро. А так же считал что одиночные сокращения не влияют друг на друга, а тетанус их суммация.

По мнению Введенского, длительное сокращение происходит не из-за накладки друг на друга, а взаимовлияния их друг на друга. А точнее момент расслабления и опять сокращения.

Почему сердечные мышцы не подвергаются тетанусу? Причина этого продолжительность абсолютной рефрактерности в сердечных мышцах (300 м/сек) совпадает с продолжительностью систола желудочков (300 м/сек). Именно поэтому во время систолы миокард невозбудим.

А как остановить тетанус? В организм вводят миорелаксант, чтобы произошло миорелаксация мышц. Это явление сопровождается тем, что он т.е. миорелаксант блокирует медиатор в синапсах и естественно прохождение нервных импульсов

### **ВЫВОД:**

Прочитав статью, нам уже известно как сокращается и как расслабляется наша мышца. Именно зная это, мы частично можем устранить проблемы в мышцах. А также мы теперь знаем что нам надо делать при судорожных сокращениях мышц. Зная об этой информации мы можем и на практике выполнить выше указанные процессы.

### **ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. <https://youtu.be/NwHa4JwwnEc>
2. Физиология (Н.А. Агаджанян, В.М. Смирнов)
3. Гистология (Ю.И. Афанасьева, Н.А. Юринов)
4. Гистология (С.Л. Кузнецов, Н.Н. Мушкамбаров)