

## **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ФУНКЦИИ СОКРАЩЕНИЯ И РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА**

***Петр ПАВАЛЮК., Анна ЛЕОРДА. Светлана ГАРАЕВА,  
Галина РЕДКОЗУБОВА, Галина ПОСТОЛАТИ***

*Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы*

În acest articol este prezentată informația despre sistemele morfofuncționale (bazală, operativă și modulatorie) ce asigură funcțiile de contracție și reglare a activității sistemului muscular scheletic al organismului.

In the scientific report there are presented data which include information about the morpho-functional systems (basal, operational and modulation) which provide functions of contraction and activity's regulation of musculoskeletal system of the organism.

Скелетно-мышечной системе двигательного аппарата присуща выраженная сократительная способность. Мышцы, однако, прикреплены к костям скелета – пассивным элементам (рычагам), которые будучи приведенными в функцию в результате процесса сокращения производят движения различного типа. Санокреатология – новое направление в биомедицине – для целенаправленного формирования, поддержания и укрепления здоровья организма предусматривает индивидуальные воздействия через саногенную двигательную активность на морфофункциональный статус других физиологических систем, обеспечивая, таким образом, укрепление здоровья и функциональную работоспособность. От количественных и качественных показателей (частота, интенсивность, длительность) двигательной активности, циркадной ее ритмики зависит во многом функциональное состояние всех систем и организма в целом. Вполне понятно, что двигательная активность на всех уровнях жизнедеятельности – это обязательное условие существования организма и поддержания его здоровья.

Исходя из этого, нами была поставлена задача на основании анализа и обобщения данных научной литературы и данных Института физиологии и санокреатологии АНМ выявить и проанализировать, какие структурно-функциональные системы обеспечивают функцию регуляции процесса сокращения мышц опорно-двигательного аппарата.

Исследования, проведенные нами в последние годы в области физиологии и санокреатологии опорно-двигательного аппарата, показали, что решение проблемы целенаправленного формирования и поддержания структурно-функционального статуса, как и классификация возможных нарушений его функций, невозможно без выявления и описания двигательных структурно-функциональных единиц, обеспечивающих функцию сокращения различных уровней структуры скелетной мышцы в базальном и оперативном режиме, подобно исследованиям на сердце и респираторной системы [1, 2].

В одной из опубликованных нами работ [3] были описаны двигательные структурно-функциональные единицы, непосредственно реализующие функцию сокращения различных структурных уровней скелетной мышцы.

Системы обеспечения саногенной деятельности опорно-двигательного аппарата, в частности – сократительной функции его мышечной системы, весьма сложны и разнообразны. Согласно данным научной литературы о макро-, микро- и ультраструктуре мышцы, в условиях физиологической нормы сокращение скелетных мышечных волокон осуществляется за счет генерации нервных импульсов мотонейронами спинного мозга, которые проводятся по аксонам к нервно-мышечным синапсам клеточных мембран (сарколемм). Благодаря осуществлению на уровне синапсов сарколеммы физико-химических процессов, происходит деполяризация, вследствие чего генерируется потенциал действия, который проводится вдоль клеточной мембраны и Т-системы, вызывая распад АТФ и освобождение

энергии в присутствии актомиозина и ионов  $Ca^{2+}$ , диффузию ионов  $Ca^{2+}$  к миофибриллам и скольжение нитей актина относительно таковых миозина, т.е. осуществляется функция сокращения [1, 2, 4, 5].

Сокращение скелетной мышцы как интегрального органа осуществляется ансамблем двигательных единиц (пулом), что позволяет рассматривать его как системную морфофизиологическую структуру, формирующую ее саногеническую функцию благодаря снабжению ее энергетическими и пластическими ресурсами, электролитами и кислородом, а также выносу конечных продуктов обмена кровеносными и лимфатическими сосудами других функциональных систем.

Для формирования функции сокращения скелетных мышц необходимы, по крайней мере, три морфологические структуры:

- 1) структура, генерирующая импульс, – мотонейрон;
- 2) проводящая импульс – аксон мотонейрона с нервными терминалями;
- 3) структура, обладающая свойством сокращаться, – миофибриллы группы мышечных волокон мышцы; т.е. элементарная структурно-функциональная единица сокращения группы мышечных волокон – двигательная единица, состоящая из структур, инициирующих генерацию импульсов, проводящих их и реализующих эффект сокращения.

Таким образом, вышеуказанная структурная система может обеспечить лишь базальную (фундаментальную) активность мышцы, которая проявляется только в условиях полного физического покоя.

В условиях постоянной физической и (или) психической активности организма человека сократительная функция мышц и в целом всего опорно-двигательного аппарата непременно изменяется в соответствии с частотой, интенсивностью и продолжительностью нагрузок. Это может происходить под влиянием модулирующих систем регуляции, классификация которых ранее была осуществлена в отношении сердца [3]. Следует обратить внимание и на необходимость выделения морфофизиологической системы, обеспечивающей саногенную оперативную периодическую сократительную функцию мышц и в целом опорно-двигательного аппарата, как и в случае сердца [3]. Она включает все структурные компоненты морфофизиологической системы, обеспечивающей базальную периодическую активность мышц, т.е. базальную систему, и в зависимости от конкретных условий применяемых нагрузок – также те или иные системы регуляции. К ним относятся: проекционные зоны коры больших полушарий, пирамидальная и экстрапирамидальная системы (включая черную субстанцию), подкорковые ядра, мозжечок, мотонейроны спинного мозга и система обратной связи. Оперативная система осуществляет инициацию, поддержание тонуса, взаимодействие, регуляцию и координацию как простых двигательных реакций, так и сложных двигательных актов организма.

Таким образом, базальная морфофункциональная единица, обеспечивающая совместно с такими же единицами саногенную функцию (контракцию) миофибриллы мышечного волокна – саркомер со специфической ультраструктурой как субстрат для сокращения, лежит в основе саногенного механизма мышечного сокращения. В обеспечении функции сокращения скелетной мышцы, соответственно уровням ее организации, участвуют три морфофункциональные системы: *базальная*, *оперативная* и *модулирующая*, способствующие сокращению миофибрилл, групп мышечных волокон двигательных единиц и мышцы в целом.

Модулирующая система может усиливать и тормозить сократительный процесс и включает систему афферентного синтеза, лимбическую систему, ретикулярную формацию, вегетативную нервную систему, эндокринную систему. Эти структуры модулируют функции базальной и оперативной систем, усиливая или угнетая, таким образом, простые двигательные реакции или сложные двигательные акты организма.

Схема, включающая системы регуляции и координации сократительной функции скелетной мышцы, приведена на стр.28.

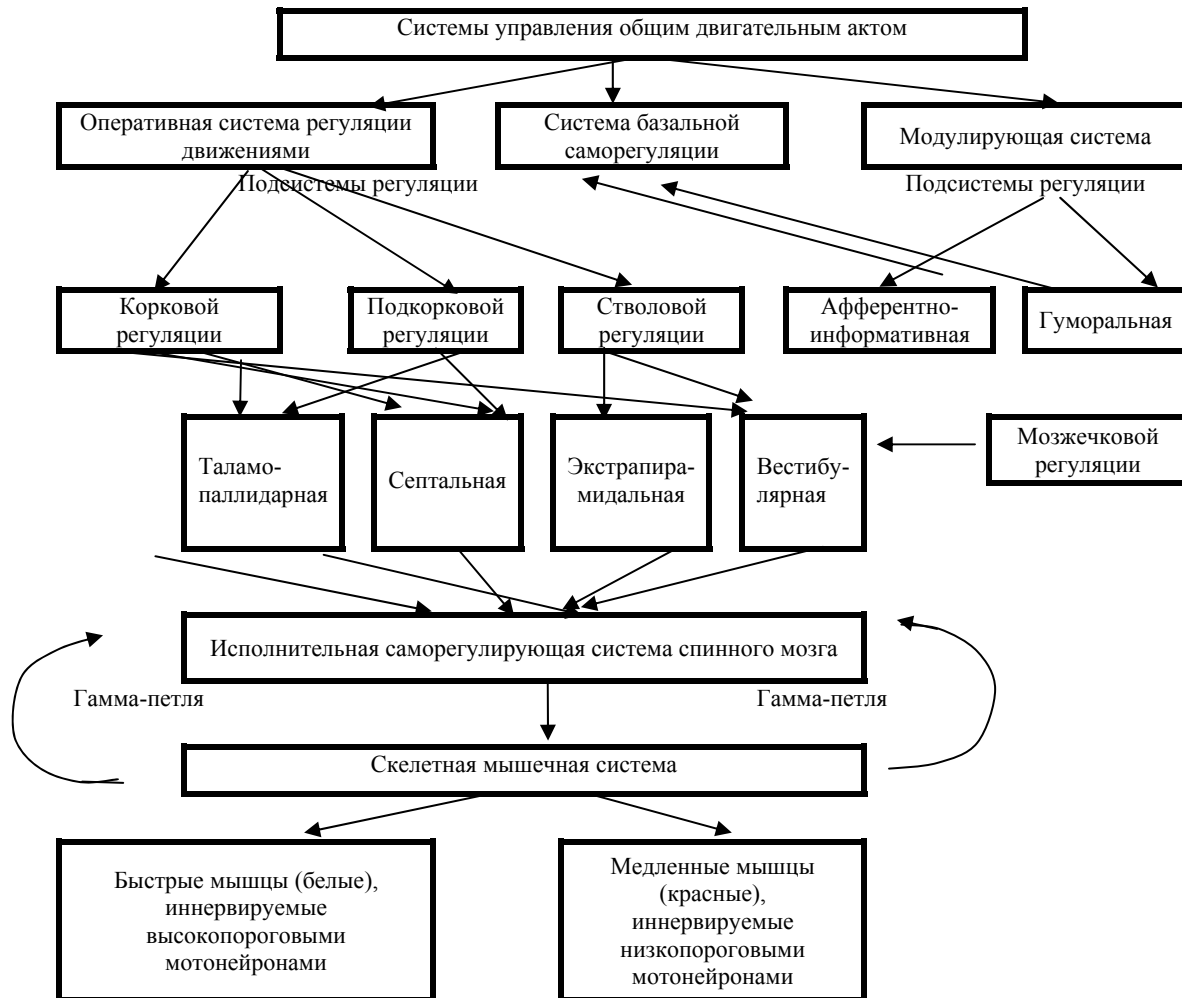


Схема. Системы управления общим двигательным актом

Итак, оперативная система включает базальную и модулирующие системы и осуществляет оперативные сокращения мышц. Эти системы функционируют содружественно, обеспечивая в конечном итоге конечный физиологический эффект – процесс сокращения мышц и на его основе различную двигательную активность и в целом поведенческий акт организма.

#### Выводы:

1. В функциогенезе скелетной мышцы необходимо учитывать: а) системную структурно-функциональную единицу сокращения скелетной мышцы (ансамбль двигательных единиц – пул); б) элементарную структурно-функциональную единицу – двигательную единицу, которая лежит в основе функции группы мышечных волокон, входящих в состав мышцы; в) базальную структурно-функциональную единицу – саркомер, который совместно с другими такими же единицами обеспечивает сокращение миофибриллы как составного элемента мышечного волокна.

2. В обеспечении функции сокращения скелетной мышцы, соответственно уровням ее организации, участвуют три морфофункциональные системы: *базальная*, *оперативная* и *модулирующие*, которые, соответственно, способствуют сокращению миофибрилл, групп мышечных волокон двигательных единиц и мышцы в целом. Модулирующие системы могут усиливать или тормозить сократительный процесс, а оперативная система осуществляет повседневные (оперативные) сокращения мышц.

3. Важную модулирующую роль в регуляции двигательной активности играют системы саморегуляции скелетной мышцы, вегетативной нервной, гуморальной и модулирующей афферентной информативной регуляции.

4. Двигательная активность, регулируемая многими блоками регуляции и координации, бывает саногенной только при строгой координации тонической и физической форм мышечной деятельности. Во время формирования двигательных навыков происходит образование как нервно-мышечного, так и вегетативного компонентов, а вегетативные реакции становятся более специфическими и отражают запросы двигательной сферы. Важное значение имеет и сенсорная коррекция, поступающая в центральную нервную систему от различных рецепторных образований.

**Литература:**

1. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф. и др. Элементарная структурно-функциональная единица сокращения, базальная и оперативная морфофункциональные системы ритмической активности сердца. // Известия АНМ. Биологические, химические и сельскохозяйственные науки, 2003, №1(290), с.34-42.
2. Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Вуду Л.Ф. и др. Механизмы регуляции системы внешнего дыхания в саногенных условиях. 1. Современное представление о механизмах регуляции функции респираторной системы. Элементарная морфофункциональная единица вдоха и выдоха // Известия АНМ. Науки о жизни, 2006, №3(300), с.4-17.
3. Павалюк П., Леорда А., Мереуцэ И. Двигательные структурно-функциональные единицы – основа саногенной функции скелетной мышечной системы // *Medicină Alternativă, Fiziologie clinică și metode de tratament*, 2009, №14, с.55-59.
4. Clamann H. Statistical analysis of motor unit firing patterns in a human skeletal muscle. // *Biophysical Journal*, 2009, No9(10), с.1223-1251.
5. Landete-Castillejos N., Currey J.P., Estevez J.A. et al. Influence of physiological effort of growth and chemical composition on antler bone mechanical properties // *Bone*, 2007, №41, с.794-803.

*Prezentat la 30.09.2011*