

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ИХ СПИНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ У БОЛЬНЫХ КОКСАРТРОЗАМИ

А.М. Еремеев, А.А., Трофимова, И.И. Шайхутдинов, А.А. Еремеев

ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

ГАУЗ «Республиканская клиническая больница МЗ Республики Татарстан»

## ВВЕДЕНИЕ

Коксартроз является разновидностью остеоартроза — группы заболеваний различной этиологии со сходными морфологическими и клиническими проявлениями, в основе которых лежит поражение гиалинового хряща, а также субхондрального участка кости, синовиальной оболочки, связок, капсулы и периартикулярных мышц. Это самое распространенное заболевание опорно-двигательной системы. К развитию дистрофических изменений в суставах нередко приводят перегрузка сочленяемых поверхностей, травма, специфическое и неспецифическое воспаление, возрастные изменения синовиальной среды, а также врожденное недоразвитие суставных элементов, остеохондропатии [1,2]. На долю деформирующего коксартроза из общего числа остеоартрозов приходится до 50% [3]. Больные с деформирующим артрозом составляют около одной трети всех лиц со стойкой утратой трудоспособности в результате заболеваний суставов. Таким образом, дегенеративно-дистрофические заболевания суставов, кроме медицинского аспекта, имеют важное социально-экономическое значение.

В литературе имеются данные о регистрации спонтанной и произвольно вызванной электрической активности различных мышц, связанных с деятельностью тех или иных суставов с помощью глобальной электромиографии (ЭМГ) [4]. Вместе с тем, только применение стимуляционной ЭМГ позволяет говорить о состоянии периферического и центрального звеньев нейромоторного аппарата [5,6], а это, в свою очередь, дает возможность судить о механизмах, лежащих в основе изменения деятельности мышц при артрозах крупных суставов [7].

Электромиографические исследования мышц нижних конечностей у больных гонартрозами показали, что болевая импульсация из воспаленного коленного сустава

действует прежде всего на мышцы, которые в большей степени участвуют в деятельности сустава, хотя в той или иной степени, сказывается и на других мышцах. Влияния эти, в основном, носят тормозной характер, защищают сустав от дополнительной травматизации при движениях и проявляются как на деятельности самих мышц, так и на состоянии их спинальных центров [8]

Целью данной работы является исследование параметров электрической активности мышц бедра и голени и функционального состояния их спинальных центров у здоровых людей и больных коксартрозом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на 20 здоровых испытуемых добровольцах и 27 больных (15 правосторонним и 12 левосторонним) коксартрозом с их согласия. Возраст обследованных людей разного пола варьировал от 19 до 67 лет. При обследовании четырехглавой мышцы бедра (ЧГМ) испытуемые находились в положении лежа на спине, а при обследовании трехглавой мышцы голени (ТГМ) лежа на животе.

Электрическую активность (ЭА) отводили от прямой мышцы, медиальной и латеральной головок ЧГМ, а также камбаловидной, медиальной и латеральной икроножной мышц ТГМ используя серебряные поверхностные биполярные электроды с площадью пластин 25 мм<sup>2</sup>. Сначала регистрировали фоновую ЭА в состоянии покоя, а затем при максимальном мышечном сокращении. Определяли среднюю амплитуду ЭА.

Стимулирующий монополярный электрод помещали в проекции бедренного и большеберцового нервов, соответственно в паховой области и подколенной ямке. Для раздражения использовали прямоугольные импульсы длительностью 1 мс, которые наносили один раз в десять секунд. Сила стимула варьировала от десяти до двухсот вольт. Определяли порог возникновения, латентный период, длительность моторных и рефлекторных ответов. Для раздражения и регистрации ЭА использовали электромиограф МГ-42 фирмы «Медикор», совмещенный с системой компьютерного анализа данных. Как правило, поражение бедренного сустава было двусторонним, но ярче выраженном на одном из суставов, и, даже если мы отмечали, что у больного был правосторонний коксартроз, мы не могли считать левую ногу абсолютно интактной и использовать данные полученные при ее обследовании в качестве контроля. Поэтому

параметры ЭА, зарегистрированные на правой конечности больных правосторонним коксартрозом, сравнивали с параметрами, полученными на правой конечности здоровых испытуемых. Соответственно такую же процедуру проводили и для больных левосторонним коксартрозом. Разницу между параметрами ЭА, зарегистрированными у здоровых и больных людей, выражали в процентах и определяли достоверность различий с помощью t критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

У здоровых испытуемых и больных коксартрозом фоновая ЭА в мышцах бедра и голени отсутствует. Произвольное напряжение вызывает во всех обследованных мышцах ЭА. Предыдущее обследование больных гонартрозом выявило, что показатель частоты следования биопотенциалов на интерференционной электромиограмме является малоинформативным. Поэтому, здесь мы приводим данные, характеризующие только амплитуду ЭА. В ЧГМ здоровых испытуемых максимальная ЭА зарегистрирована в ее латеральной головке (табл. 1). У больных как лево-, так и правосторонним коксартрозом отмечено значительное достоверное снижение амплитуды произвольно вызванной ЭА ЧГМ, которое меньше всего было выражено в ее медиальной головке. Амплитуда произвольно вызванной ЭА, зарегистрированной у больных в разных головках ТГМ, также была снижена по сравнению со здоровыми испытуемыми, однако, в большинстве случаев, это снижение было недостоверным (табл. 1).

У здоровых людей пороги возникновения М-ответов в разных головках ЧГМ существенно не различались и составили в среднем  $21,9 \pm 2,8$  В. У больных людей отмечено достоверное увеличение порогов возникновения моторных ответов, наиболее выраженное в прямой мышце бедра. В среднем величина порога составила  $176,8 \pm 17,3$  у больных левосторонним коксартрозом и  $177,5 \pm 26,4$  В у больных правосторонним коксартрозом. У здоровых людей ответы с максимальной амплитудой зарегистрированы в прямой мышце ЧГМ (в среднем по всем головкам ЧГМ ее значения составили  $7,3 \pm 2,1$  Мв). У больных отмечено значительное достоверное снижение амплитуды М-ответов ЧГМ, наиболее выраженное для левосторонних коксартрозов в ее латеральной головке (средняя амплитуда М-ответов по всем головкам составила 2,2

$\pm 0,8$  мВ), а для правосторонних – в медиальной головке (средняя амплитуда М-ответов –  $3,4 \pm 0,2$  мВ) (табл. 2).

Рефлекторные ответы в ЧГМ были зарегистрированы только у половины здоровых испытуемых, а у больных они зарегистрированы только в 35% случаев.

Порог возникновения рефлекторных ответов у здоровых людей был практически одинаковым во всех головках ЧГМ и составил в среднем  $21,0 \pm 2,0$  В. У больных отмечено значительное и достоверное повышение порогов Н-ответов во всех головках ЧГМ с максимумом в латеральной (среднее значение для всех головок равняется  $105,6 \pm 4,3$  В). Максимальная амплитуда рефлекторных ответов, зарегистрированных у здоровых людей в ЧГМ, была примерно одинакова во всех головках и составила в среднем  $2,1 \pm 0,2$  мВ. У больных коксартрозом амплитуда Н-ответов достоверно снизилась во всех головках ЧГМ (минимальная амплитуда Н-ответов зарегистрирована при этом в прямой мышце) и в среднем составила  $0,98 \pm 0,09$  мВ. Отношение  $H_{\text{макс.}}/M_{\text{макс.}}$  у здоровых людей в среднем составило  $30,3 \pm 2,4\%$ , а у больных –  $49,5 \pm 1,1\%$  ( $p < 0,05$ ) (табл. 3).

Исследование моторных и рефлекторных ответов ТГМ показало, что у больных коксартрозом, по сравнению со здоровыми испытуемыми, также отмечается повышение порогов и снижение максимальной амплитуды ответов. Изменения эти были выражены гораздо в меньшей степени, чем для электрических ответов ЧГМ и достоверными оказались только для ответов, зарегистрированных в камбаловидной мышце, поэтому мы не приводим этих данных в таблицах.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование произвольно вызванной ЭА в четырехглавой и трехглавой мышце голени показало, что у всех больных, независимо от стороны поражения сустава, отмечается уменьшение вызванной ЭА обследованных мышц, по сравнению со здоровыми людьми. Мы еще раз показали, что, как и в случае с гонартрозами, ноцицептивная афферентация из поврежденного сустава, также оказывает защитное торможение на мышцы, управляющие суставом, которое по разному выражено в различных головках сложных мышц [8]. ТГМ не участвует в движениях тазобедренного сустава. Поэтому уменьшение ЭА у больных в этой мышце выражено гораздо в меньшей степени, что еще раз подтверждает положение о том, что чем дальше находится обследуемая мышца от зоны поражения, тем меньше на ней

сказываются эффекты ноцицептивного раздражения [9]. Тем не менее, достоверное уменьшение амплитуды произвольно вызванной ЭА все-таки отмечено в камбаловидной головке ТГМ. Это может быть связано с тем, что ноцицептивная импульсация из пораженного сустава поступая в спинной мозг, распространяется вверх и вниз по интраспинальным путям, оказывая тормозное действие на моторные центры многих, и прежде всего медленных тонических мышц [10]

Исследование моторных (М) и рефлекторных (Н) ответов мышц дает возможность судить как о состоянии периферического звена нейромоторного аппарата, так и о состоянии их спинальных центров. М-ответы регистрируются во всех головках ЧГМ у всех обследованных людей. Независимо от стороны поражения сустава у всех больных произошло достоверное повышение порогов возникновения М-ответов, что может быть связано со снижением возбудимости нервных волокон под влиянием травматического поражения тазобедренного сустава. Одновременно отмечается достоверное снижение максимальной амплитуды М-ответов. Это можно объяснить десинхронизацией разрядов двигательных единиц, вызванной ноцицептивными влияниями из поврежденного сустава.

Н-ответы регистрируются только у части обследованных. Это связано с выраженными тормозными влияниями из супраспинальных структур на мотонейроны, иннервирующие ЧГМ [11]. Рефлекторные ответы ЧГМ у больных коксартрозом регистрируются еще реже, чем у здоровых людей. Поскольку, оказалось, что сторона поражения сустава не оказывает существенного влияния на деятельность заинтересованных мышц и их спинальных центров, мы не стали разделять больных на группы в зависимости от стороны поражения. Пороги возникновения Н-ответов достоверно повысились практически одинаково у всех больных, а их максимальная амплитуда существенно снизилась (наиболее значительный эффект отмечен в прямой головке ЧГМ). Эти результаты свидетельствуют о тормозном влиянии из зоны поврежденного тазобедренного сустава на рефлекторную возбудимость мотонейронов, иннервирующих ЧГМ. Как мы уже отмечали в предыдущей работе [8], этот эффект может обеспечиваться через систему афферентов флексорного рефлекса [10] и, или, посредством пресинаптического торможения толстых афферентов группы IA, моносинаптически связанных с мотонейронами, иннервирующими ЧГМ. Такого рода торможение, вероятно, осуществляется через тонкие афферентные волокна, по которым поступает в спинной мозг ноцицептивная импульсация [12].

В отличие от результатов, полученных при обследовании больных гонартрозом, у больных коксартрозом обнаружена одна интересная особенность. Оказалось, что отношение максимальной амплитуды Н-ответов к максимальной амплитуде М-ответов у них достоверно выше, чем у здоровых испытуемых. Следовательно, у больных доля рефлекторно возбужденных мотонейронов, вовлеченных в рефлекторный ответ, существенно выше. Дополнительная афферентация из поврежденного сустава приводит к увеличению доли подпорогово возбужденных мотонейронов в составе общего мотонейронного пула ЧГМ, то есть происходит сужение подпороговой «каймы» мотонейронного пула ЧГМ. Это показывает, что, не смотря на выраженное тормозное действие патологически усиленной импульсации из больного органа на деятельность мышц и их спинальных центров, возбуждательные системы спинного мозга также находятся в состоянии активации [9]. В данном случае эта активация возбуждательных систем, вызванная ноцицептивной стимуляцией, является скрытой и определяется только с помощью дополнительных тестов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты показывают, что ноцицептивные импульсы из зоны пораженного тазобедренного сустава тормозят деятельность мышц и их спинальных центров. В большей степени такое защитное торможение сказывается на мышцах, непосредственно участвующих в работе сустава, но может влиять и на деятельность других мышц. У больных коксартрозом ноцицептивная афферентация из поврежденного тазобедренного сустава приводит к сужению подпороговой «каймы» мотонейронного пула четырехглавой мышцы бедра.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о необходимости внесения корректив в тактику лечения коксартрозов. А именно: обосновывают необходимость коррекции нарушений функционирования нервно-мышечного аппарата как на периферическом, так и центральном уровнях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Огороков А. Н., Базеко Н. П.. Деформирующий остеоартроз. М.: Мед. лит., 2003. 160 с.
2. Пшетаховский И. Л. Артрозы: клиника, диагностика, лечение и реабилитация. Одесса: Астропринт, 2004. 287 с.

3. Шапиро К.И. Статистика повреждений и заболеваний нижней конечности // Травматология и ортопедия: Руководство для врачей. -СПб.: Гиппократ, 2008.- Т.3.- 896с.
4. Динкулеску Т, Стоическу К, Джорджеску Г. Электромиографические наблюдения по мышечным контурам при артрозах и спондилозах // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1973. - №4. – С. 3 – 6
5. Бадалян Л.О., Скворцов Н.Г. Клиническая электронейромиография: руководство для врачей // М.: Медицина, 1974
6. Гехт Б.Н., Касаткина Л.Ф., Самойлов М.И. и др. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний.- Таганрог: Изд-во ТГРУ, 1997.- 370 с.
7. Шайхутдинов И.И., Еремеев А.М. Электронейромиографические исследования у больных деформирующими артрозами тазобедренного и коленного сустава // Казан. мед. журнал. – 1993. -№2. – С. 95 -97
8. Еремеев А.М, Трофимова А.А., Шайхутдинов И.И., Загидуллин М.В., Валеев И.А. Особенности функционирования мышц нижних конечностей и их спинальных центров при гонартрозах// Практическая медицина. – 2011. -№ 7(55). – С. 64 – 68
9. Алатырев В.И., Еремеев А.М., Плещинский И.Н. Влияние длительного ноцицептивного раздражения на двигательные функции человека // Физиология человека. – 1990. – Т. 16. - № 3. – С. 77 – 83
10. Шмидт Т., Тевс Г. Физиология человека. М.: Мир. – 2005. - Т.1. -323 с.
11. Персон Р.С. Спинальные механизмы управления мышечным сокращением // М.: Наука. -1985. – 184 с.
12. Wolpaw J.R., Carp J.S. Plasticity from muscle to brain. Prog Neurobiol. 78 (3-5) : 233-63. 2006

Таблица 1.

Средняя амплитуда электрическая активности в милливольтгах (А) четырехглавой мышцы бедра (ЧГМ) и трехглавой мышца голени (ТГМ) у здоровых испытуемых и больных левосторонним (I) и правосторонним (II) коксартрозом

	Латеральная головка		Медиальная головка		Прямая мышца		ЧГМ
	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	
А (мВ)	0,51±0,02	0,15± 0,05	0,38±0,04	0,18±0,07	0,30±0,06	0,07±0,01	I
Разница %	71,6 p < 0,01		52,6 p < 0,01		77,3 p < 0,001		
А (мВ)	0,43±0,05	0,17±0,05	0,27±0,02	0,15±0,04	0,28±0,03	0,11±0,03	II
Разница %	60,5 p < 0,01		44,5 p < 0,05		60,8 p < 0,01		
	Медиальная головка		Латеральная головка		Камбаловидная мышца		ТГМ
А (мВ)	0,24±0,13	0,18±0,04	0,19±0,01	0,20±0,02	0,24±0,02	0,15±0,04	I
Разница %	15 p < 0,05		5 p > 0,05		37,5 p < 0,05		
А (мВ)	0,41±0,07	0,25±0,04	0,19±0,18	0,28±0,08	0,35±0,07	0,14±0,05	II
Разница %	39,1 p < 0,05		32,2 p > 0,05		60 p < 0,05		



Таблица 2.

Порог в вольтах и максимальная амплитуда в милливольтках (А) моторных (М-) ответов четырехглавой мышцы бедра у здоровых и больных левосторонним (I) и правосторонним (II) коксартрозом

	Медиальная головка		Латеральная головка		Прямая мышца		
	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	Здоровые	Больные	
По рог В	21,9±2,9	181,2±41, 6	20,7±4,8	150,3±51	22,7±19,8	199±45	I
Разни ца %	88 p < 0,05		86,3 p < 0,05		88,6 p < 0,05		
А мВ	6,3±2,2	3,9±1,1	7,2±1,9	1,0±0,3	7,8±1,4	1,7±0,4	
Разни ца %	48,1 p < 0,05		86,2 p < 0,05		79,3 p < 0,05		
	Медиальная головка		Латеральная головка		Прямая мышца		II
По рог В	22,1 ±2,2	168,0 ±36,6	20,3 ±2,4	167,0 ±12,3	23,4 ±2,1	97,5 ±9,0	
Разни ца %	59,8 p < 0,05		61,7 p < 0,05		36 p < 0,05		
А мВ	7,8±2,3	2,3 ±0,4	6,8±1,2	4,4 ±0,9	8,1±1,7	3,4 ±0,4	
Разни ца %	70,5 p < 0,05		35,3 p < 0,05		58,1 p < 0,05		

Таблица 3.

Порог, максимальная амплитуда (А) рефлекторных (Н-) ответов и отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов (Н/М x 100%) четырехглавой мышцы бедра у здоровых испытуемых и больных коксартрозом

	Медиальная головка		Латеральная головка		Прямая мышца	
Порог В	23,2 ±2,0	99,0 ±3,6	20,2 ±1,9	120,8 ±5,0	19,7 ±1,4	97,0 ±2,1
Разница %	76,6 p < 0,01		83,3 p < 0,01		79,7 p < 0,01	
А мВ	2,3 ±0,2	1,6 ±0,1	1,9 ±0,3	0,70 ±0,04	2,2 ±0,1	0,63 ±0,14
Разница %	31,5 p < 0,05		63,2 p < 0,05		71,4 p < 0,01	
Н/М %	36,5 ±1,7	41,5 ±1,3	26,3 ±1,6	70 ±0,4	28,2 ±3,2	37,1 ±1,5
Разница %	12,1 p < 0,05		62,5 p < 0,01		24 p < 0,05	

## Резюме

А.М. Еремеев, А.А., Трофимова, И.И. Шайхутдинов, А.А. Еремеев

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ИХ СПИНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ У БОЛЬНЫХ КОКСАРТРОЗАМИ

Проведено электромиографическое обследование четырехглавой мышцы бедра и трехглавой мышцы голени у здоровых испытуемых и больных коксартрозом. Показано, что ноцицептивные влияния со стороны пораженного сустава тормозят деятельность мышц и их спинальных центров. Сильнее всего эти влияния проявляются на мышцах, участвующих в непосредственной деятельности сустава, но могут сказываться и на других мышцах.

**Ключевые слова:** коксартроз, ноцицептивная импульсация, глобальная и стимуляционная электромиография, четырехглавая мышца бедра и трехглавая мышца голени

Еремеев Александр Михайлович

Доцент кафедры физиологии человека и животных КФУ, к.б.н.

[aeremeev@kpfu.ru](mailto:aeremeev@kpfu.ru), тел. 233 78 15.

420008, ул. Кремлевская, 18. КФУ. Кафедра физиологии человека и животных.

