

УДК 616.72-002:612.746

И.И. ШАЙХУТДИНОВ¹, А.М. ЕРЕМЕЕВ², А.А. ТРОФИМОВА¹, А.А. ЕРЕМЕЕВ²¹Республиканская клиническая больница МЗ РТ, 420064, г. Казань, Оренбургский тракт, д. 138²Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

Влияние одностороннего поражения крупных суставов на функциональное состояние нейромоторного аппарата контрлатеральной конечности

Шайхутдинов Ильгиз Инсафович — кандидат медицинских наук, главный специалист, тел. (843) 237-34-51, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru¹**Еремеев Александр Михайлович** — кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных, тел. (843) 233-78-15, e-mail: aereemeev@kpfu.ru²**Трофимова Анна Алексеевна** — старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела, тел. (843) 237-35-23, e-mail: ani_07@mail.ru¹**Еремеев Антон Александрович** — кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных, тел. (843) 233-78-15, e-mail: 2anton.eremeev@mail.ru²

У здоровых испытуемых параметры вызванной электрической активности правой и левой четырехглавой мышцы бедра практически одинаковы. Показано, что у больных коксартрозом или гонартрозом ноцицептивные влияния со стороны пораженного сустава асимметрично тормозят деятельность мышц правой и левой ноги и их спинальных центров. Сильнее всего эти влияния проявляются на мышцах, находящихся на стороне поврежденного сустава, однако сказываются и на нейромоторном аппарате симметричной конечности.

Ключевые слова: коксартроз, гонартроз, четырехглавая мышца бедра, ноцицептивная импульсация, асимметрия электрической активности, Н- и М-ответы.

I.I. SHAYKHUTDINOV¹, A.M. EREMEYEV², A.A. TROFIMOVA¹, A.A. EREMEYEV²¹Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, 138 Orenburgskiy Trakt, Kazan, Russian Federation, 420064²Kazan (Volga) Federal University, 18 Kremlevskaya St., Kazan, Russian Federation 420008

Influence of the large joints hemilesion on the functional state of the neuromotor system of the contralateral extremity

Shaikhutdinov I.I. — Cand. Med. Sc., Chief specialist, tel. (843) 237-34-51, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru¹**Eremeyev A.M.** — Cand. Biol. Sc., Associate Professor of the Department of Human and Animal Physiology, tel. (843) 233-78-15, e-mail: aereemeev@kpfu.ru²**Trofimova A.A.** — Senior Researcher of the Scientific-Research Department, tel. (843) 237-35-23, e-mail: ani_07@mail.ru¹**Eremeyev A.A.** — Cand. Biol. Sc., Associate Professor of the Department of Human and Animal Physiology, tel. (843) 233-78-15, e-mail: 2anton.eremeev@mail.ru²

Parameters of induced electrical activity of the right and left quadriceps femoris in healthy subjects were identical. But we have shown that in patients with coxarthrosis and gonarthrosis, the nociceptive influence from the affected joint asymmetrically inhibits the muscle activity of the right and left leg and their spinal centers. This effect is the strongest on the muscles located on the side of the damaged joint, but also influences the motor system of the symmetrical limb.

Key words: coxarthrosis, gonarthrosis, quadriceps femoris, nociceptive impulses, asymmetry of the electrical activity, H- and M-responses.



Деформирующий артроз (остеоартроз) — часто встречающееся полиэтиологичное заболевание, при котором наблюдается первичное поражение суставного хряща с последующим вовлечением в патологический процесс субхондрального и метафизарного слоя кости, проявляющееся болью и ограничением движений в суставе. Чаще всего заболевание локализуется в тазобедренном (коксартроз) и коленном (гонартроз) суставах [1]. К развитию дистрофических изменений в суставах, как правило, приводят перегрузки, травмы, воспалительные процессы различной этиологии, возрастные изменения, а также врожденное недоразвитие суставных элементов, остеохондропатии [2, 3]. Обычно, заболевание начинается односторонне, а впоследствии патологический процесс может распространиться и на контралатеральный сустав.

Целью данного исследования явилось изучение влияния молатерального патологического очага, расположенного в тазобедренном или коленном суставах на функциональное состояние мышц и их спинальных центров контралатеральной конечности.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено у 29 здоровых испытуемых добровольцев, 47 больных (25 правосторонним и 22 левосторонним) коксартрозом и 30 больных правосторонним гонатрозом с их согласия. Возраст обследованных людей разного пола варьировал от 19 до 67 лет. При обследовании испытуемые находились в положении лежа на спине. Электрическую активность (ЭА) отводили от прямой мышцы, медиальной и латеральной головок четырехглавой мышцы бедра (ЧГМ), используя серебряные поверхностные биполярные электроды с площадью

пластин 25 мм². Сначала регистрировали фоновую ЭА в состоянии покоя, а затем при максимальном мышечном сокращении. Определяли среднюю амплитуду ЭА. Затем регистрировали ответы мышц, вызванные электрическим стимулом (рефлекторный (Н) и моторный (М)). Раздражающий монополярный электрод помещали в проекции бедренного нерва в паховой области. Для раздражения использовали прямоугольные импульсы длительностью 1 мс, которые наносили с частотой один раз в десять секунд. Сила стимула варьировала от десяти до двухсот вольт. Определяли порог возникновения и максимальную амплитуду моторных и рефлекторных ответов. Оценивали значение отношения максимальных амплитуд Н_{макс.}/М_{макс.}.

Все процедуры проводили как на больной, так и на контралатеральной (симметричной) конечности, причем порядок обследования менялся в каждом конкретном случае, т.е. у одних испытуемых обследование начинали с неповрежденной конечности, а у других — с травмированной.

Для раздражения и регистрации ЭА использовали электромиограф «Нейро МВП» фирмы Нейрософт, совмещенный с системой компьютерного анализа данных. Разницу между параметрами ЭА, зарегистрированными на правой и левой конечности у здоровых и больных людей, выражали в процентах и определяли достоверность различий с помощью t критерия Стьюдента.

Результаты

У всех испытуемых фоновая ЭА в мышцах бедра отсутствует. Произвольное напряжение сопровождается появлением ЭА во всех головках ЧГМ. У здоровых испытуемых эта ЭА была практически

Таблица 1.

Средняя амплитуда электрической активности в милливольтгах (А) четырехглавой мышцы бедра слева и справа у здоровых испытуемых (ЗД), больных левосторонним (I) и правосторонним (II) коксартрозом (КА) и правосторонним гонартрозом (ГА)

	Латеральная головка		Медиальная головка		Прямая мышца		
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	
А	0,51±0,02	0,49±0,05	0,38±0,04	0,40±0,07	0,30±0,06	0,28±0,02	ЗД
Разница, %	3,9 p>0,05		5 p>0,05		6,7 p>0,05		
А	0,15±0,05	0,27±0,05	0,18±0,07	0,30±0,08	0,07±0,01	0,20±0,02	
Разница, %	44,5 p<0,001		40 p<0,001		97,5 p<0,001		
А	0,40±0,03	0,17±0,05	0,22±0,02	0,15±0,04	0,19±0,07	0,11±0,03	II
Разница, %	57,5 p<0,001		31,8 p>0,05		42,1 p>0,05		
А (мВ)	0,31±0,02	0,09±0,02	0,18±0,04	0,09±0,02	0,15±0,02	0,05±0,01	
Разница, %	71 p<0,001		50 p<0,05		66,7 p<0,01		

Таблица 2.

Порог (П) в вольтах и максимальная амплитуда в милливольтках (А) моторных (М-) ответов четырехглавой мышцы бедра слева и справа у здоровых испытуемых (ЗД), больных левосторонним (I), правосторонним (II) коксартрозом (КА) и правосторонним гонартрозом (ГА)

	Медиальная головка		Латеральная головка		Прямая мышца		
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	
П	66,8±4,8	70,2±4,6	63,9±5,8	67,3±5,1	62,4±6,2	62±4,5	ЗД
Р-ца, %	4,8 p>0,05		5 p>0,05		0,6 p>0,05		
А	6,3±1,2	6,9±1,1	7,2±1,7	8,0±0,3	7,8±1,4	7,0±0,4	
Р-ца, %	8,7 p>0,05		10 p>0,05		10,3 p>0,05		
П	181,2±31	101,2±21,0	150,3±21,1	98,1±7,7	199,0±25,7	22,0±9,0	КА I
Р-ца, %	44,1 p<0,05		34,7 p<0,05		38,7 p<0,05		
А	3,9±1,1	5,4±1,2	1,0±0,3	3,5±0,7	1,6±0,4	2,9±0,8	
Р-ца, %	25 p>0,05		71,4 p<0,01		44,8 p<0,05		
П	94,4±6,2	168,0±26,6	86,9±6,5	167,0±12,3	77,6±5,3	99,9±9,0	II
Р-ца, %	44,9 p<0,05		47,1 p<0,05		22,2 p<0,05		
А	3,8±1,8	2,3±0,4	5,8±1,0	4,4±0,9	5,1±0,7	3,4±0,4	
Р-ца, %	39,5 p<0,05		35,3 p>0,05		33,4 p<0,05		
П	98,9±6,5	178,0±36,6	83,9±5,8	157,0±12,4	82,4±6,2	97,5±9,0	ГА
Р-ца, %	44,4 p<0,05		46,6 p<0,01		15,5 p<0,05		
А	6,3±1,1	2,1±0,4	8,5±1,9	3,4±0,9	5,3±1,5	3,1±0,4	
Р-ца, %	63,4 p<0,05		48,8 p<0,05		34,8 p>0,05		

одинакова справа и слева (табл. 1) и составила в среднем в 0,50±0,06 мВ в латеральной, 0,39±0,05 мВ в медиальной головках и 0,29±0,05 мВ в прямой мышце (табл. 4). У больных односторонним коксартрозом и гонартрозом отмечено значительное достоверное снижение амплитуды произвольно вызванной ЭА ЧГМ, которое в большей степени было выражено на стороне заболевания (табл. 1). Асимметрия между ЭА зарегистрированной на правой и левой конечности у больных левосторонним коксартрозом и правосторонним гонартрозом была достоверной во всех головках ЧГМ, а у больных правосторонним коксартрозом — только в латеральной головке ЧГМ (табл. 1)

При раздражении бедренного нерва в паховой области в четырехглавой мышце бедра регистрируются моторные и рефлекторные ответы. У здоровых людей пороги возникновения М-ответов и их максимальные амплитуды, зарегистрированные на правой и левой конечности, существенно не различались (табл. 2) и составили в среднем 65,6±5,5 В и 7,6±0,86 мВ, соответственно в латеральной головке, 68,5±4,70 В и 6,60±1,15 мВ в медиальной головке ЧГМ и 62,2±2,0 В и 7,4±0,72 мВ в прямой мышце (табл. 4). У больных отмечено асимметричное увеличение порогов возникновения моторных ответов справа и слева, и такое же асимметричное снижение максимальной амплитуды М-ответов. В большинстве случаев разность между параметрами ответов справа и слева была достоверной (табл. 2).

Рефлекторные ответы в четырехглавой мышце голени были зарегистрированы только у 64% здоровых людей и 42% больных.

Порог возникновения и максимальная амплитуда рефлекторных ответов у здоровых людей практически не различались справа и слева во всех головках ЧГМ (табл. 3) и составили в среднем 65,6±5,9 В и 1,80±1,15 мВ, соответственно, в латеральной головке, 63,3±5,2 В и 2,10±0,15 мВ — в медиальной, 61,7±3,5 В и 2,10±0,2 мВ — в прямой мышце (табл. 4). Отношения максимальных амплитуд Н- и М-ответов справа и слева также были примерно одинаковыми (табл. 3) и составили в среднем в латеральной головке 23,6±1,10%, в медиальной — 31,7±1,1%, в прямой мышце — 28,5±1,9% (табл. 4). У всех больных отмечено достоверное повышение порогов Н-ответов и снижение их максимальной амплитуды во всех головках ЧГМ. Эти изменения были выражены сильнее на стороне заболевания (табл. 3). Отношение Нмакс./Ммакс. у больных справа и слева также изменилось не симметрично (табл. 3).

В ходе дальнейшей обработки результатов мы объединили параметры ЭА больных, зарегистрированные на поврежденной и, отдельно, на симметричной конечности. Средние значения этих данных представлены в таблице 4. Там же представлены усредненные показатели здоровых испытуемых. Сравнивая показатели здоровых испытуемых с данными, полученными у больных, видно, что изменения параметров, характерных для поражен-

Таблица 3.

Порог в вольтах (П), максимальная амплитуда в мВ (А) рефлекторных (Н-) ответов и отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов (Н/М x 100%) четырехглавой мышцы бедра слева и справа у здоровых испытуемых и больных правосторонним коксартрозом (КА) и гонартрозом (ГА)

	Медиальная головка		Латеральная головка		Прямая мышца		
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	
П	61,8±4,9	64,8±5,9	62,2±4,7	68,1±6,0	59,4±2,6	63,9±4,5	ЗД
Р-ца, %	4,6 p>0,05		9,7 p>0,05		7,0 p>0,05		
А	1,9±0,1	2,3±0,2	1,7±0,4	1,9±0,3	2,0±0,3	2,2±0,1	
Р-ца, %	17,4 p>0,05		10,5 p>0,05		9,1 p>0,05		
Н/М, %	30,1±1,4	33,3±1,7	23,6±1,2	23,8±1,6	25,6±2,2	31,4±3,2	
Р-ца, %	9,6 p>0,05		0,8 p>0,01		19,5 p>0,05		
П	82,2±3,3	99,0±3,6	104,0±4,1	120,8±5,0	77,0±4,1	97,0±2,1	КА
Р-ца, %	17,0 p<0,01		13,9 p<0,05		21,6 p<0,01		
А	1,7±0,2	1,6±0,1	1,0±0,2	0,70±0,04	1,1±0,11	0,63±0,14	
Р-ца, %	5,9 p>0,05		30,0 p>0,05		43,7 p<0,05		
Н/М, %	44,7±2,5	38,1±1,3	17,2±0,7	16,0±0,4	21,6±1,1	17,7±1,5	
Р-ца, %	14,8 p>0,05		6,9 p>0,05		18,1 p<0,05		
П	84,8±2,9	99,0±3,7	98,1±4,0	119,7±5,5	73,9±2,5	92,0±2,0	ГА
Р-ца, %	34,6 p<0,01		43,1 p<0,01		30,5 p<0,01		
А мВ	1,0±0,2	0,6±0,1	1,1±0,3	0,70±0,04	1,8±0,1	1,6±0,1	
Р-ца, %	73,7 p<0,05		65,0 p<0,001		43,9 p<0,001		
Н/М, %	30,3±1,8	26,1±1,5	19,6±1,5	15,9±0,4	34,0±2,2	47,1±2,5	
Р-ца, %	13,9 p>0,05		32,3 p<0,05		19,5 p<0,05		

ного сустава, проявляются также и на противоположной стороне. Хотя здесь эти изменения выражены в меньшей степени, тем не менее они также оказались достоверными (p<0,05)

Обсуждение результатов

Произвольно вызванная ЭА, зарегистрированная у здоровых испытуемых на правой и левой нижней конечности, оказалась практически одинаковой, что свидетельствует о достаточно симметричном развитии ЧГМ правой и левой конечности. У всех больных, независимо от места расположения патологического очага, средняя амплитуда вызванной ЭА была достоверно ниже на стороне пораженного сустава. Следовательно, ноцицептивная импульсация из асимметрично расположенной патологической зоны, оказывает разное влияние на мышцы ипси- и контралатеральной конечности. Это согласуется с данными, полученными нами при обследовании больных острым аппендицитом [4]. Как было показано в

наших предыдущих работах [5] влияние это носит, в основном, тормозной характер.

М-ответы регистрируются во всех головках ЧГМ у всех обследованных людей. У здоровых испытуемых параметры, характеризующие М-ответы, зарегистрированные в правой и левой ЧГМ существенно не различаются. У всех больных параметры М-ответов, зарегистрированные на пораженной ноге, достоверно отличались от таковых, которые были получены на неповрежденной конечности. Отмеченное увеличение порогов возникновения моторных (М-) ответов и снижение их максимальной амплитуды свидетельствует о торможении периферического звена нейромоторного аппарата ЧГМ под влиянием патологически усиленной импульсации из зоны пораженного сустава. И это влияние сильнее проявляется на стороне болезни, что и приводит к асимметрии параметров М-ответов, зарегистрированных справа и слева.

У здоровых испытуемых параметры, характеризующие рефлекторные (Н-) ответы, обнару-

Таблица 4.

Средняя амплитуда электрической активности в милливольтгах (А), средние параметры М- и Н-ответов (П — порог в Вольтах, А — амплитуда в мВ) и отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов (Н/М x 100%) четырехглавой мышцы бедра, зарегистрированные у больных на больной и интактной стороне и у здоровых (З-вые) испытуемых

	Медиальная головка		Латеральная головка		Прямая мышца	
	больная	интактная	больная	интактная	больная	интактная
Средняя амплитуда произвольно вызванной электрической активности						
А	0,14±0,02	0,33±0,05	0,14±0,02	0,23±0,02	0,08±0,01	0,18±0,02
З-вые	0,50±0,06		0,39±0,05		0,29±0,05	
Параметры М-ответа						
П	158,1±9,0	89,6±7,2	175,7±25,5	98,2±7,3	131,5±15,9	94,6±3,70
З-вые	65,6±5,5		68,5±4,70		62,2±2,0	
А	2,9±1,5	4,9±1,7	2,7±1,4	3,8±1,4	2,7±0,8	4,4±1,1
З-вые	7,6±0,86		6,60±1,15		7,4±0,72	
Параметры Н-ответа						
П	120,3±5,2	101,1±4,1	99,0±3,6	83,5±2,9	94,5±2,1	75,5±3,3
З-вые	65,2±5,1		63,3±5,2		61,7±3,5	
А	0,7±0,04	1,05±1,25	1,1±0,1	1,4±0,2	1,12±0,12	1,45±0,10
З-вые	1,80±1,15		2,10±0,15		2,10±0,2	
Н/М, %	16,0±0,4	18,4±0,8	32,1±1,5	37,5±1,2	34,4±1,5	32,1±1,2
З-вые	23,6±1,10		31,7±1,1		28,5±1,9	

женные на правой и левой ноге существенно не отличались. Отношения максимальных амплитуд Н- и М-ответов также были практически равными. Таким образом, рефлекторная возбудимость мотонейронов (МН), иннервирующих правую и левую ЧГМ, не различалась. У больных отмечается асимметрия между параметрами Н-ответов, зарегистрированными на правой и левой нижней конечности. Пороги возникновения Н-ответов достоверно повысились, а их максимальная амплитуда существенно снизилась. Эти результаты свидетельствуют о тормозном влиянии из зоны поврежденного тазобедренного сустава на рефлекторную возбудимость мотонейронов, иннервирующих ЧГМ, которое сильнее сказывается на стороне поражения.

Обращает на себя внимание то, что все отмеченные изменения присутствуют и на неповрежденной «интактной» стороне, хотя из наших данных видно, что у обследованных нами больных термин «интактная» конечность носит достаточно условный характер. Эти изменения могут быть связаны, во-первых, с тем, что скованность и боль в пораженном суставе заставляют пострадавшего щадить его и сильнее нагружать здоровую ногу,

что может привести к постепенному повреждению интактных суставов. Во-вторых, можно говорить о том, что асимметрично расположенный патологический очаг тормозит деятельность периферического и центрального звена двигательного аппарата не только на стороне повреждения, но и на противоположной. Подобные контралатеральные эффекты одностороннего ограничения двигательной функции описаны в литературе [6]. Защитное торможение может осуществляться через тонкие афферентные волокна, по которым поступает в спинной мозг ноцицептивная импульсация [7]. В спинном мозге эта информация по интраспинальным путям передается в симметричный двигательный центр, также оказывая на него тормозное действие. Причем, изменения в центральном звене «интактной» конечности могут проявляться уже на ранних стадиях развития заболевания, когда явных клинических признаков его повреждения еще нет.

Заключение

Болевая импульсация из зоны пораженного тазобедренного или коленного суставов вызывает асимметрию в деятельности симметричных мышц



и их спинальных центров. Защитное торможение сильнее сказывается на мышцах, расположенных на стороне повреждения, но определяется и на мышцах противоположной конечности. Обнаруженные изменения в периферическом звене и

двигательных центрах «интактной» конечности предполагают внесение корректив в тактику лечения артрозов крупных суставов, в частности, возможное раннее проведение лечебных мероприятий и на не травмированной конечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шапиро К.И. Статистика повреждений и заболеваний нижней конечности. Травматология и ортопедия: Руководство для врачей. Т.3. — СПб: Гиппократ, 2008. — 896 с.
2. Окорочков А.Н., Базеко Н.П. Деформирующий остеоартроз. — М.: Мед. лит., 2003. — 160 с.
3. Пшетаховский И.Л. Артрозы: клиника, диагностика, лечение и реабилитация. — Одесса: Астропринт, 2004. — 287 с.
4. 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.

5. Еремеев А.М., Трофимова А.А., Шайхутдинов И.И., Еремеев А.А. Функциональное состояние мышц бедра и их спинальных центров у больных артрозами крупных суставов нижних конечностей // Современное искусство медицины. — 2012. — № 6 (8). — С. 36-42.
6. Eremeev A.A., Pleshchinskii I.N., Baltina T.V., Eremeev A.M. The State of the Contralateral Gastrocnemius Muscle Motor Center in Rats with Unilateral Sciatic Nerve Injury // Neuroscience and Behavioral Physiology. — October, 2012. — Vol. 42, № 8. — P. 822-827.
7. Wolpaw J.R., Carp J.S. Plasticity from muscle to brain // Prog. Neurobiol. — 2006. — № 78 (3-5). — P. 233-263.