

Рефлекторная возбудимость спинальных мотонейронов у пациентов с острой патологией органов брюшной полости

А.М. ЕРЕМЕЕВ¹, И.И. ШАЙХУТДИНОВ², А.А. ЕРЕМЕЕВ¹, А.А. ШУЛЬМАН²

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18

²Республиканская клиническая больница МЗ РТ, 420064, г. Казань, Оренбургский тракт, д. 138

Еремеев Александр Михайлович — кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных Института фундаментальной медицины и биологии, тел. (843) 233-78-15, e-mail: aereemeev@kpfu.ru

Шайхутдинов Ильгиз Инсафович — кандидат медицинских наук, главный специалист, тел. (843) 237-34-51, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

Еремеев Антон Александрович — кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных Института фундаментальной медицины и биологии, тел. (843) 233-78-60, e-mail: 2anton.eremeev@mail.ru

Шульман Анна Алексеевна — старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела, тел. (843) 237-35-23, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

Обследовано 28 здоровых и 49 пациентов с диагнозом «острый аппендицит». Методом моносинаптического тестирования определяли рефлекторную возбудимость мотонейронного пула медиальной икроножной и камбаловидной мышц. Показано, что у здоровых рефлекторная возбудимость спинальных мотонейронов симметричных двигательных центров не различалась. В условиях воспаления аппендикса ноцицептивные влияния вызывали снижение рефлекторной возбудимости мотонейронов, иннервирующих исследуемые головки трехглавой мышцы голени. На стороне висцерального воспалительного процесса обнаруженные изменения в большинстве случаев были менее выражены. Полученные данные свидетельствуют о модулирующем влиянии интенсивного висцерального раздражения на рефлекторную возбудимость спинальных мотонейронов симметричных двигательных центров медиальной икроножной и камбаловидной мышц.

Ключевые слова: мотонейроны, рефлекторная возбудимость, висцеральная ноцицепция, Н- и М-ответы.

A.M. EREMEEV¹, I.I. SHAYKHUTDINOV², A.A. EREMEEV¹, A.A. SHULMAN²

¹Kazan (Volga Region) Federal University, 18 Kremlevskaya St., Kazan, Russian Federation 420008

²Republican Clinical Hospital of the MH of RT, 138 Orenburgskiy Trakt, Kazan, Russian Federation, 420064

Reflex excitability of the spinal motor neurons of patients with acute abdominal pathology

Eremeev A.M. — Cand. Biol. Sc., Associate Professor of the Department of Human and Animal Physiology of the Institute of Fundamental Medicine and Biology, tel. (843) 233-78-15, e-mail: aeremeev@kpfu.ru

Shaikhutdinov I.I. — Cand. Med. Sc., Chief specialist, tel. (843) 237-34-51, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

Eremeev A.A. — Cand. Biol. Sc., Associate Professor of the Department of Human and Animal Physiology of the Institute of Fundamental Medicine and Biology, tel. (843) 233-78-15, e-mail: 2anton.eremeev@mail.ru

Shulman A.A. — Senior Researcher of the Research Department, tel. (843) 237-35-23, e-mail: rkb_nauka@rambler.ru

In our experiments 28 healthy man and 49 patients with diagnosis of acute appendicitis were participated. Using monosynaptic reflex excitability test was studied the activity of medial gastrocnemius and soleus muscles motoneurons. It was shown that in healthy man reflex excitability of spinal motoneurons symmetrical motor centers did not differ. The reflex excitability of motor neurons of medial gastrocnemius and soleus muscles during acute appendicitis was reduced. Therefore, our experimental results suggest, that visceral nociceptive afferentation can modulate the reflex excitability of spinal motoneurons symmetrical motor centers of the medial gastrocnemius and soleus muscles.

Key words: motor neurons, reflex irritability, visceral nociception, H- and M-responses.

Изменение двигательной активности под влиянием длительного ноцицептивного раздражения отмечено в работах целого ряда авторов [1-4]. Показано, что наличие патологического очага в брюшной полости приводит к развитию защитного напряжения мышц передней брюшной стенки и поясничной области, которое до настоящего времени является основным диагностическим симптомом наличия внутрибрюшинных катастроф. Однако влияния со стороны очага ноцицептивного раздражения на деятельность скелетных мышц могут носить и тормозной характер, уменьшая их вызванную активность. В обоих случаях эти реакции выполняют охранительную функцию, так как способствуют защите поврежденного органа, предотвращая его дополнительную травматизацию. Механизмы развития таких процессов остаются не до конца ясными и, вероятно, могут быть связаны с изменением возбудимости спинальных мотонейронов.

Тестирование рефлекторной возбудимости крестцовых мотонейронов у собак показало, что ноцицептивное раздражение органов брюшной полости при экспериментальном перитоните в большинстве случаев приводит к ее повышению [5]. Наиболее доступным методом, позволяющим судить о состоянии рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов человека является исследование Н- и М-ответов трехглавой мышцы голени [6].

Цель исследования — оценка рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов, иннервирующих трехглавую мышцу голени у больных острым аппендицитом.

Материалы и методы

Было обследовано 28 здоровых добровольцев разного возраста и 49 больных острым аппендицитом с их согласия. Испытуемые находились в положении лежа на животе. С помощью накожных биполярных электродов раздражали большеберцовый нерв в подколенной ямке прямоугольными импульсами длительностью 1 мс с частотой 1 импульс в 20 секунд. Регистрацию электрических ответов медиальной головки икроножной (МИМ) и камбаловидной (КМ) мышц осуществляли поверхностными накожными электродами. Регистрировали рефлекторный (Н) и моторный (М) ответы мышц правой и левой нижней конечности, причем порядок обследования конечностей меняли. Раздражение большеберцового нерва и регистрацию вызванных мышечных потенциалов осуществляли электромиографом фирмы «Нейрософт». Определяли латентный период и порог раздражения рефлекторных и моторных ответов, динамику нарастания их амплитуд при усилении стимуляции, максимальную амплитуду ответов и отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов ($H_{\max}/M_{\max} \times 100\%$). Учитывали также интервал силы раздражения от порога до величины, при которой ответы достигают максимального значения. Результаты, полученные на правой и левой нижней конечности, сравнивали между собой. Достоверность различий исследованных показателей определяли с помощью рангового теста Уилкоксона и по t критерию Стьюдента.

Результаты исследования

У всех здоровых испытуемых рефлекторные и моторные ответы были зарегистрированы как в МИМ, так и в КМ. Латентный период (ЛП) возникновения М-ответов составил в среднем в МИМ $3,1 \pm 0,2$ мс, Н-ответов — $23,6 \pm 0,3$ мс, в КМ — $4,1 \pm 0,2$ и $25,10 \pm 0,33$ мс соответственно. Пороги раздражения ответов и интервал силы раздражения, за который ответы достигают своего максимума, для обеих мышц существенно не различались. Максимальная амплитуда Н-ответов, зарегистрированных в КМ, была в 2 раза выше, чем в МИМ. Максимальная амплитуда М-ответов, зарегистрированных в КМ была достоверно выше и в среднем составила $2,50 \pm 0,61$ а в МИМ $1,34 \pm 0,44$. Отношение H_{\max}/M_{\max} также достоверно больше в КМ (табл. 1). Из таблицы видно, что достоверных различий между параметрами Н-ответов, зарегистрированных в правой и левой нижней конечности, не обнаружено. Также не обнаружено достоверных различий между параметрами М-ответов. Поскольку о состоянии рефлекторной возбудимости мотонейронов (МН) можно судить в основном по параметрам Н-ответов, то в таблицах мы приводим только эти данные.

У всех обследованных больных обнаружено, что расположенный в брюшной полости патологический процесс изменял параметры Н-ответов МИМ и КМ. Пороги Н-ответов и интервал силы, за который он достигает максимального значения по сравнению со здоровыми испытуемыми, в основном увеличились, а максимальная амплитуда и отношение H_{\max}/M_{\max} уменьшились (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Параметры рефлекторных ответов, зарегистрированные у здоровых испытуемых

	МИМ		КМ		
	слева	справа	слева	справа	
П	37,0±4,0	35,0±4,0	35,6±4,8	35,6±5,1	
Р-ца, %	5 (p>0,05)		0 (p>0,05)		
А	0,73±0,10	0,70±0,3	1,49±0,32	1,40±0,22	
Р-ца, %	4 (p>0,05)		6 (p>0,05)		
И	14,1±2,9	13,6±3,6	12,6±3,3	12,1±3,5	
Р-ца, %	4 (p>0,05)		4 (p>0,05)		
Н/М, %	48,0±9,0	52,0±10,0	61,0±5,0	63,0±7,0	ЗД
Р-ца, %	8 (p>0,05)		2,4 (p>0,05)		

Примечание: Порог (П) в вольтах, максимальная амплитуда в милливольтах (А), интервал силы в вольтах (И) рефлекторных (Н-) ответов медиальной икроножной (МИМ) и камбаловидной (КМ) мышц голени, Н/М — отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов у здоровых испытуемых (ЗД); p — уровни достоверности различий

Таблица 2. Параметры рефлекторных ответов, зарегистрированные у пациентов с диагнозом «острый аппендицит»

	МИМ		КМ		
	слева	справа	слева	справа	
П	48,0±2,0	39,0±2,1	44,0±2,4	36,0±1,9	
Р-ца, %	19 (p<0,01)		18 (p<0,01)		
А	0,34±0,06	0,52±0,07	0,56±0,08	0,92±0,14	
Р-ца, %	42 (p<0,001)		40 (p<0,001)		
И	21,0±2,9	13,0±2,4	22,0±3,1	14,0±1,5	
Р-ца, %	38 (p<0,01)		36 (p<0,01)		
Н/М, %	17,0±2,0	36,0±5,0	26,0±2,1	37,0±3,4	==
Р-ца, %	53 (p<0,001)		30 (p<0,05)		I
П	44,0±4,9	52,0±2,1	46,0±3,7	57,0±5,5	

Р-ца, %	15 (p<0,05)		19 (p<0,05)		
A	1,00±0,26	0,50±0,17	1,14±0,31	0,78±0,18	
Р-ца, %	46 (p<0,01)		32 (p<0,01)		
И	22,0±2,9	28,0±5,6	12,0±1,2	18,0±1,8	
Р-ца, %	21 (p<0,05)		44 (p<0,01)		
Н/М, %	43,0±1,6	22,0±1,0	45,6±3,2	29,5±2,7	II
Р-ца, %	49 (p<0,001)		36 (p<0,01)		

Примечание: Порог (П) в вольтах, максимальная амплитуда в милливольтмах (А), интервал силы в вольтах (И) рефлекторных (Н-) ответов медиальной икроножной (МИМ) и камбаловидной (КМ) мышц голени, Н/М — отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов у больных острым аппендицитом; I и II — группы больных; p — уровни достоверности различий

Это изменение по-разному сказалось на ответах, зарегистрированных справа и слева. У большинства больных (I группа, 41 испытуемый) на правой ноге пороги возникновения Н-ответов оказались достоверно ниже, а максимальная амплитуда ответов достоверно выше, чем слева. Интервал силы, за который Н-ответ достигает максимума, справа был меньше, а отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов справа было больше (табл. 2). У больных II группы (8 испытуемых), наоборот, отмечено, что пороги возникновения Н-ответов и интервал силы, за который он достигает максимального значения достоверно ниже, а максимальная амплитуда Н-ответов, а также отношение Н_{макс.}/М_{макс.} достоверно выше, слева, чем справа (табл. 2).

У больных по сравнению со здоровыми испытуемыми не обнаружено никаких значимых изменений параметров М-ответов.

Обсуждение результатов

У здоровых испытуемых рефлекторная возбудимость спинальных МН, иннервирующих МИМ и КМ справа и слева практически одинакова. Обращает на себя внимание большая максимальная амплитуда рефлекторных ответов КМ и соответственно более высокое отношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов. Возможно, это свидетельствует о более тесных синаптических связях между афферентами большеберцового нерва и МН, иннервирующими КМ или о менее выраженном нисходящем торможении со стороны вышележащих отделов ЦНС.

Наличие патологического очага в брюшной полости вызвало значительные изменения в состоянии рефлекторной возбудимости спинальных МН. Во-первых, интенсивная ноцицептивная импульсация привела к выраженному снижению рефлекторной возбудимости спинальных МН. Об этом свидетельствует увеличение порогов возникновения рефлекторных ответов и интервалов силы раздражения от порога до максимальных ответов, а также снижение максимальной амплитуды Н-ответов. Уменьшение отношения максимальных амплитуд рефлекторных и моторных ответов говорит о снижении доли рефлекторно возбуждаемых МН, причем в большей степени выраженным для МН, иннервирующих КМ. Входы чревного нерва, по которым ноцицептивная импульсация от воспаленного аппендикса поступает в спинной мозг, расположены в верхних поясничных и нижних грудных сегментах. Ноцицептивные импульсы

поступают к вставочным спинальным нейронам, а от них к МН. Тестируемые МН располагаются в крестцовых отделах. Вероятно, что торможение их активности осуществляется через нисходящие интраспинальные пути [7]. Такое своего рода предупредительное разлитое торможение препятствует возможной нежелательной деятельности мышц даже расположенных вдалеке от зоны воспаления. В результате формируется новый тип двигательной активности, способствующий сохранению покоя для пораженного органа и препятствующий его дополнительной травматизации.

Во-вторых, одностороннее расположение патологического очага по разному сказалось на рефлекторной возбудимости МН на стороне повреждения и противоположной. У большинства больных наряду с общим торможением МН, отмечено изменение параметров рефлекторных ответов, свидетельствующее о повышении рефлекторной возбудимости справа, по сравнению с левой стороной. Ноцицептивная импульсация из воспаленного аппендикса, поступая в спинной мозг через систему вставочных нейронов, оказывает возбуждающее действие на МН правой стороны тела. В результате общий тормозной эффект ноцицептивной импульсации снижается, что и проявляется в повышении рефлекторной возбудимости МН, иннервирующих исследуемые головки трехглавой мышцы голени. Однако у 16% больных произошло снижение рефлекторной возбудимости крестцовых МН на правой стороне, несмотря на типичное местонахождение воспаленного отростка, что подтвердила последующая аппендэктомия. У этих больных ноцицептивная афферентация из илеоцекальной области привела к дополнительному торможению активности крестцовых МН справа. Все это свидетельствует об одновременной активации тормозных и возбуждающих систем спинного мозга. Мы полагаем, что независимо от эффекта ноцицептивной импульсации, и снижение и облегчение рефлекторной возбудимости крестцовых МН имеет охранительное значение и обеспечивает покой поврежденному органу.

У больных артрозами крупных суставов ноцицептивная импульсация из пораженного сустава оказывает влияние как на периферическое, так и центральное звено нейромоторного аппарата мышц, участвующих в движениях, т.е. происходит изменение параметров как Н-, так и М-ответов, зарегистрированных в этих мышцах [8]. У больных острым аппендицитом изменений параметров М-ответа не обнаружено. Это может быть связано с удаленным от очага ноцицептивного раздражения расположением исследованных мышц [1] и/или с тем, что длительность висцерального ноцицептивного воздействия была недостаточной для изменений состояния периферических звеньев нейромоторного аппарата. В этом случае влияние ноцицептивной импульсации сказывается только на МН, иннервирующих трехглавую мышцу голени, т.е. на центральной части двигательной системы.

Заключение

Наличие одностороннего патологического процесса в брюшной полости вызывает изменение рефлекторной возбудимости МН спинного мозга. В большинстве своем влияния со стороны воспаленного аппендикса на рефлекторную возбудимость носят тормозной характер, однако возбуждающие системы спинного мозга также находятся в состоянии готовности. Полученные данные вносят вклад в понимание механизмов висцеро-моторных взаимоотношений при острой патологии органов брюшной полости. Наличие асимметричной рефлекторной возбудимости МН при одностороннем расположении воспалительного процесса в брюшной полости может служить дополнительным диагностическим приемом выявления аппендицита.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Niekau C. Schmerz und Motorik // Diss. Dokt. Med. Fak. Med. Techn. Univ. München. — 1983. — 11. — 50 s.
3. Besson Jean-Marie, Chaouch A. Peripheral and spinal mechanism of nociception // *Physiol. Rev.* — 1987. — 67, №1. — 67.
4. Щербак И.Б. Спастическая абдоминальная боль в клинической практике // Украинський медичний часопис. — online. — III-IV — 2011. — 2(82). — <http://www.umj.com.ua/article/11235>.
5. Еремеев А.М., Алатырев В.И. Возбудимость мотонейронов спинного мозга и ее изменения при раздражении рецепторов брюшины // Физиологический журнал СССР. — 1981. — Т. 67, №6. — С. 1168-1174.
6. Коц Я.М. Организация произвольного движения. — М.: Наука, 1975. — 180 с.
7. Персон Р.С. Спинальные механизмы управления мышечным сокращением. — М.: Наука. — 1985. — 184 с.
8. Еремеев А.М., Трофимова А.А., Шайхутдинов И.И. и др. Особенности функционирования мышц нижних конечностей и их спинальных центров при гонартрозах // Практическая медицина. — 2011. — №7(55). — С. 64-68.