

## ДИНАМИКА Н-РЕФЛЕКСА И ТОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Поступила 01.06.17

В тестах на здоровых людях исследовали влияние произвольного сгибания руки в локтевом суставе на Н-рефлекс, отводимый от ипсилатеральной камбаловидной мышцы, и ее тоническую ЭМГ-активность. Н-рефлекс демонстрировал при этом двухфазные изменения – период облегчения длительностью до 300 мс сменялся последующим длительным торможением. Тоническая ЭМГ-активность камбаловидной мышцы в данных условиях не претерпевала существенных изменений. Как предполагается, причиной наблюдавшихся сдвигов величины Н-рефлекса является изменение интенсивности фонового нисходящего пресинаптического торможения, которому подвержены афференты дуги Н-рефлекса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** камбаловидная мышца, Н-рефлекс, тоническая ЭМГ-активность, произвольные движения верхней конечности, пресинаптическое торможение.

### ВВЕДЕНИЕ

Для изучения взаимодействия двигательной активности верхних и нижних конечностей человека применялись различные методы исследования, в том числе Н-рефлексометрия, которая позволяет изучать изменения рефлекторной активности нейронных цепей спинного мозга при осуществлении различных движений. Было установлено, что во время циклических движений руки человека амплитуда Н-рефлекса, отводимого от камбаловидной мышцы, как правило, снижается [1, 2]. Торможение Н-рефлекса отмечалось и на фоне реализации баллистического движения верхней конечности при положении испытуемого стоя [3]. В то же время в случае положения тестируемого лежа с расслабленными нижними конечностями движение руки вызывало кратковременное облегчение Н-рефлекса камбаловидной мышцы с последующим длительным торможением [4]. В настоящей работе мы сопоставляли динамику Н-рефлекса камбаловидной мышцы и уровень ее тонической ЭМГ-активности

в условиях произвольного движения верхней конечности.

### МЕТОДИКА

Исследования были проведены на 17 здоровых людях. Испытуемые находились в положении лежа со свисающими стопами. Отводя ЭМГ, соответствующую Н-рефлексу, от камбаловидной мышцы, исследовали влияние произвольного сгибания руки в локтевом суставе на эту реакцию. Испытуемые производили движение руки по световому сигналу (вспышке светодиода) максимально быстро и с немедленным последующим расслаблением мышц. Длительность такого движения достигала 500–700 мс. В первой серии тестов изучали влияние данного движения на Н-рефлекс ипсилатеральной камбаловидной мышцы. Его отводили через различные промежутки времени после начала движения руки; этот момент регистрировали с использованием механического контакта. Величину Н-рефлекса нормировали по отношению к контролю, принимаемому за 100 %. Во второй серии исследовали воздействие такого же движения на тоническую интерференционную ЭМГ-активность ипсилатеральной камбаловидной мышцы, вызван-

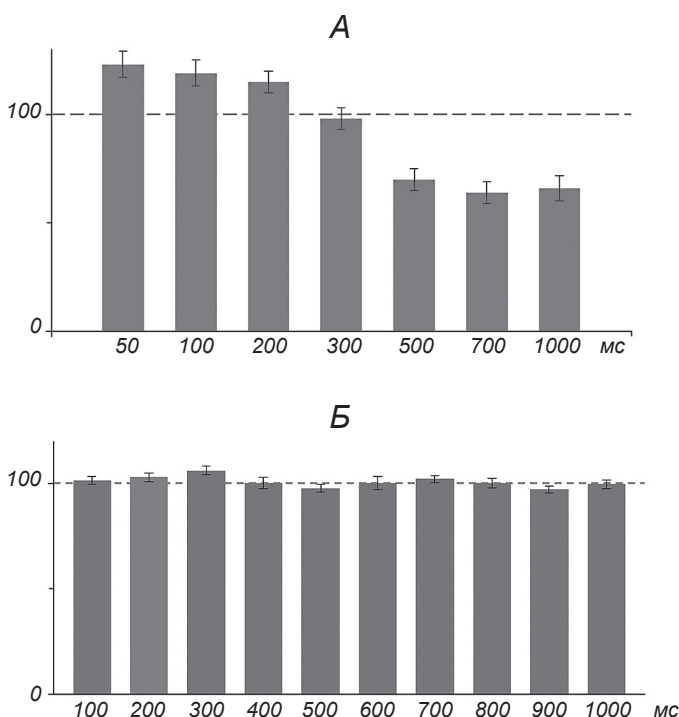
<sup>1</sup> Запорожский государственный медицинский университет МЗ Украины (Украина).

Эл. почта: mgenka@gmail.com (Э. И. Сливко).

ную умеренным произвольным напряжением трехглавой мышцы голени. Для регистрации и измерения ЭМГ-активности применяли стандартную методику. В качестве контроля использовали характеристики ЭМГ феноменов, регистрируемые до подачи светового сигнала.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты первой серии тестов (12 опытов) приведены на рисунке, А. Видно, что в пределах определенного временного интервала после начала кондиционирующего движения руки амплитуда Н-рефлекса камбаловидной мышцы заметно увели-



Амплитуды Н-рефлекса и тонической ЭМГ-активности, отводимых от камбаловидной мышцы человека при реализации произвольного движения руки.

По оси абсцисс – интервал времени после начала движения руки, мс; по оси ординат – нормированная относительно контроля усредненная амплитуда Н-рефлекса (А) и тонической ЭМГ-активности камбаловидной мышцы, вызываемой умеренным произвольным напряжением трехглавой мышцы голени (Б), %. Показаны средние в обследованных группах  $\pm$  ошибка среднего.

чивалась. Через 50 мс после начала движения она была в среднем равна  $123 \pm 3$  % контроля. В дальнейшем она начинала уменьшаться и через 300 мс не отличалась существенно от контрольной величины. Далее наблюдалось торможение Н-рефлекса, и через 500 мс после начала кондиционирующего движения его средняя величина была равна всего  $70 \pm 5$  % контроля. Подобное торможение было весьма длительным. В ходе второй серии (пять опытов) измеряли средний уровень тонической ЭМГ-активности камбаловидной мышцы после аналогичного произвольного движения. Измерение производили на протяжении периода, равного 1 с и разделенного на 10 равных интервалов по 100 мс (Б). Как показали результаты таких измерений, величина ЭМГ-активности *m. soleus* в пределах данного периода не претерпевала существенных изменений по сравнению с контролем.

Отсутствие сдвигов интенсивности тонической ЭМГ-активности камбаловидной мышцы позволяет сделать вывод о том, что функциональное состояние мотонейронов указанной мышцы в условиях реализации произвольного движения руки существенно не изменяется. Наблюдаемое в таких условиях раннее облегчение Н-рефлекса может объясняться ослаблением фонового пресинаптического торможения (деполяризации спинальных терминалей) афферентов дуги этого рефлекса под влиянием нисходящей импульсации, поступающей от супраспинальных структур. Показано, что активация неокортекса человека может приводить к ослаблению пресинаптического торможения афферентов Ia [5]. В возникновении последующего длительного торможения Н-рефлекса, отводимого от *m. soleus*, могут играть роль афферентные сигналы, поступающие с периферии [6].

Работа была проведена в соответствии с положениями Хельсинкской Декларации (1975, позднейшие редакции 1996–2013). От всех участников тестов было получено предварительное письменное информированное согласие.

Авторы работы – Э. И. Сливко и Г. А. Богуцкая – подтверждают отсутствие конфликтов любого рода относительно коммерческих или финансовых отношений, отношений с организациями или лицами, которые каким-либо образом могли быть связаны с исследованием, а также взаимоотношений соавторов статьи.

С. І. Сливко<sup>1</sup>, Г. А. Богуцька<sup>1</sup>

ДИНАМІКА Н-РЕФЛЕКСУ І ТОНІЧНОЇ АКТИВНОСТІ  
КАМБАЛОПОДІБНОГО М'ЯЗА ЛЮДИНИ ПРИ ДОВІЛЬНОМУ  
РУСІ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ

<sup>1</sup>Запорізький державний медичний університет МОЗ  
України (Україна).

Резюме

У тестах на здорових людях досліджували вплив довільного згинання руки в ліктьовому суглобі на Н-рефлекс, відведений від іпсилатерального камбалоподібного м'яза, та тонічну ЕМГ-активність останнього. Н-рефлекс демонстрував при цьому двофазові зміни – період полегшення тривалістю до 300 мс змінювався наступним тривалим гальмуванням. Тонічна ЕМГ-активність камбалоподібного м'яза в даних умовах не зазнавала істотних змін. Згідно зі зробленим припущенням, причиною спостережених зрушень величини Н-рефлексу є зміна інтенсивності фонового низхідного пресинаптичного гальмування, котрого зазнають аференти дуги Н-рефлексу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. M. Kawanishi, S. Yahagi, and T. Kasai, "Neural mechanisms of soleus H-reflex depression accompanying voluntary arm movement in standing humans," *Brain Res.*, **832**, Nos. 1/2, 13-22 (1999).
2. A. Frigon, D. F. Collins, and E. P. Zehr, "Effect of rhythmic arm movement on reflexes in the legs: modulation of soleus H-reflexes and somatosensory conditioning," *J. Neurophysiol.*, **91**, No. 4, 1516-1523 (2004).
3. P. M. Loadman and E. P. Zehr, "Rhythmic arm cycling produces a non-specific signal that suppresses soleus H-reflex amplitude in stationary legs," *Exp. Brain Res.*, **179**, No. 3, 199-208 (2007).
4. Г. А. Богуцькая, "Облегчение и торможение Н-рефлекса камбаловидной мышцы человека при произвольных движениях верхней конечности", *Нейрофизиология*, **41**, № 6, 491-498 (2009).
5. J. F. Hess, "Evidence for cutaneous and corticospinal modulation of presynaptic inhibition of Ia afferents from the human lower limb," *J. Physiol.*, **491**, 197-207 (1996).
6. Э. И. Сливко, Г. А. Богуцькая, "Длительное торможение Н-рефлекса камбаловидной мышцы человека, связанное с реализацией произвольных движений верхних конечностей", *Нейрофизиология*, **40**, № 3, 221-227 (2008).