

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2024-14-3-32-37>

Скретч-коллапс тест при рефлексорном шейно-локтевом синдроме

С.Г. Николаев*ИП «Николаев С.Г.»; Россия, 600015 Владимир, проспект Ленина, 29б***Контакты:** Сергей Глебович Николаев arzt_s@mail.ru

Скретч-коллапс тест был предложен в 2008 г. для выявления уровня компрессии локтевого и срединного нервов при туннельных поражениях. В дальнейшем изучение данного феномена показало, что слабость наружных ротаторов плеча возникает при поражениях нервов и на других уровнях.

Скретч-коллапс тест исследован у 155 пациентов (средний возраст – 45 лет) с односторонним рефлексорным шейно-локтевым синдромом, с жалобами разной локализации. Скретч-коллапс тест оказался положительным у всех пациентов на стороне поражения. Триггерные зоны скретч-коллапс теста зависели от жалоб пациента и были установлены экспериментальным путем. Для доказательства рефлексорной природы шейно-локтевого синдрома использовалось кратковременное разминание трапециевидной мышцы или произвольное сокращение мышц предплечья на стороне поражения, что приводило к полному восстановлению силы трицепса или разгибателя I и III пальцев. В процессе исследования обнаружено подавление скретч-коллапс теста при рефлексорном шейно-локтевом синдроме при проприоцептивном раздражении. При подтвержденных синдромах карпального и кубитального каналов феномен подавления скретч-коллапс теста также наблюдался в ответ на проприоцептивное раздражение.

Скретч-коллапс тест и рефлексорный шейно-локтевой синдром имеют единый механизм возникновения, в основе которого лежит защитная реакция организма в виде ноцицептивного рефлекса укорочения. Скретч-коллапс тест при раздражении кожи над местом повреждения нерва можно рассматривать как подпороговый физиологический ноцицептивный рефлекс. На основании теории прогностического действия ноцицептивной системы рефлексорный шейно-локтевой синдром является патологическим ноцицептивным рефлексом. Феномен подавления скретч-коллапс теста и восстановление силы мышц при рефлексорном шейно-локтевом синдроме после кратковременного разминания трапециевидной мышцы являются результатом включения антиноцицептивной системы в ответ на проприоцептивное раздражение. Данный феномен подавления можно использовать для лечения рефлексорно-го шейно-локтевого синдрома.

Ключевые слова: скретч-коллапс тест, рефлексорный болевой синдром, ноцицептивный рефлекс, защитные рефлексы, триггерные зоны, рефлексорный шейно-локтевой синдром

Для цитирования: Николаев С.Г. Скретч-коллапс-тест при рефлексорном шейно-локтевом синдроме. Нервно-мышечные болезни 2024;14(3):32–7.

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2024-14-3-32-37>

Scratch-collapse test in reflex cervical-elbow syndrome

S.G. Nikolaev*IE “Nikolaev S.G.”; 29b Prospekt Lenina, Vladimir 600015, Russia***Contacts:** Sergey Glebovich Nikolaev arzt_s@mail.ru

The scratch-collapse test was proposed in 2008 to detect the level of compression of the ulnar and median nerves in tunnel lesions. Further study of this phenomenon has shown that weakness of the shoulder external rotators occurs in nerve lesions at other levels as well.

The scratch-collapse test was studied in 155 patients (mean age 45 years) with unilateral reflex cervical-elbow syndrome, with complaints of different localization. The scratch-collapse test was positive in all patients on the affected side. The localization of the trigger zone depended on the patient's complaints and was established experimentally. Short-term kneading of the trapezius muscle or voluntary contraction of the forearm muscles on the side of the lesion was used to prove the reflex nature of the cervico-elbow syndrome, resulting in complete recovery of triceps or extensor strength of the first and third finger. In the course of the study, suppression of the scratch-collapse test in reflex cervico-elbow

syndrome with proprioceptive stimulation was found. In confirmed carpal tunnel and cubital tunnel syndromes, the phenomenon of suppression of the scratch-collapse test was also observed in response to proprioceptive stimulation.

The scratch-collapse test and reflex cervical-elbow syndrome have a common mechanism of occurrence, which is based on the protective reaction of the body in the form of a nociceptive shortening reflex. The scratch-collapse test at skin irritation over the site of nerve injury can be considered as a subthreshold physiologic nociceptive reflex. Based on the theory of prognostic action of the nociceptive system, cervicolumbar reflex syndrome is a pathologic nociceptive reflex. Scratch-collapse test suppression phenomenon and recovery of muscle strength in reflexive cervical-elbow syndrome after short-term kneading of the trapezius muscle are the result of activation of the antinociceptive system in response to proprioceptive stimulation. This suppression phenomenon can be used for the treatment of reflex cervical lockjaw syndrome.

Keywords: scratch-collapse test, reflex pain syndrome, nociceptive reflex, protective reflexes, trigger zones, reflex cervico-elbow syndrome

For citation: Nikolaev S.G. Scratch-collapse test in reflex cervical-elbow syndrome. *Nervno-myshechnye bolezni = Neuromuscular Diseases* 2024;14(3):32–7. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2024-14-3-32-37>

Введение

Скретч-коллапс тест (СКТ; от англ. scratch-collapse test) как способ выявления уровня компрессии локтевого и срединного нервов был предложен в 2008 г. [1]. Было показано, что в ответ на кратковременное раздражение кожи (царапанье, почесывание) над местом компрессии нерва возникает снижение силы мышц, ротирующих плечо кнаружи. Продолжительность снижения силы длится несколько секунд, после чего сила мышц восстанавливается, что позволяет многократно воспроизводить тест.

Техника выполнения СКТ, предложенная авторами [1], была следующей (рис. 1): пациент сидит напротив исследователя, плечи опущены вдоль туловища, предплечья согнуты в локтевых суставах под углом 90°, локти прижаты к туловищу. Исследователь просит пациента сопротивляться его попытке привести предплечья к туловищу, оказывая давление на тыльную часть запястья. После обучения выполнению поставленной задачи исследователь наносит осязаемое раздражение кожи над зоной предполагаемого туннельного поражения нерва (триггерной зоной) и через 2–4 с после раздражения триггерной зоны повторяет пробу на сопротивление при давлении на тыльную поверхность запястья. СКТ считается положительным, если

в ответ на раздражение возникает слабость наружных ротаторов плеча.

В последующем СКТ был выявлен при поражении малоберцового нерва [2, 3], других нервов нижних и верхних конечностей [4] и при шейной радикулопатии [5]. СКТ также предложено использовать для определения триггерных точек нервов при хирургическом выключении нервов, вызывающих мигрень [6]. В целом считается, что СКТ является достаточно точным методом для определения места повреждения нерва при его компрессии [7, 8].

Рефлекторный шейно-локтевой синдром (РШЛС) проявляется болью и парестезиями преимущественно в шейном отделе, руке и кисти. Неврологическим ядром РШЛС являются слабость длинной головки трицепса, слабость разгибателей I пальца и слабость при разгибании III пальца кисти, сила в которых полностью восстанавливается после кратковременного разминания трапециевидной мышцы независимо от стороны поражения либо выраженного напряжения мышц предплечья на стороне поражения (крепкое рукопожатие). Реакция восстановления силы мышц сохраняется в течение 30–60 с [9].

Цель работы – оценить СКТ при РШЛС.



Рис. 1. Проведение скретч-коллапс теста при синдроме карпального канала справа: а – тестовое силовое воздействие на ротацию плеча с 2 сторон; б – раздражение триггерной зоны (царапание); в – снижение силы мышц наружных ротаторов плеча на стороне раздражения

Fig. 1. Scratch-collapse test in carpal tunnel syndrome on the right side: а – test force on shoulder rotation from both sides; б – irritation of the trigger zone (scratching); в – decreased muscle strength of the external shoulder rotators on the side of irritation

Материалы и методы

Исследовано 155 пациентов с признаками одностороннего РШЛС в возрасте 27–69 лет (средний возраст — 45 лет). Мужчин было 54 (35 %), женщин — 101 (65 %). Всем пациентам проведены неврологический осмотр и нейрофизиологическое исследование для исключения туннельных синдромов на руках. Пациенты с признаками синдромов карпального и кубитального канала исключались из исследования.

В дальнейшем на основании жалоб пациента с помощью СКТ выполнялся поиск триггерных зон. СКТ проводился по описанной авторами методике [1]. В случае положительного СКТ при раздражении различных локализаций, исходя из жалоб пациента и неврологических показателей, данную локализацию относили к триггерной зоне. Для объективизации результата СКТ повторяли трижды в определенной триггерной зоне. При этом оценивалось характерное для СКТ ослабление мышц, ротирующих плечо кнаружи, рука на стороне раздражения не могла сопротивляться воздействию исследователя. Экспериментальным путем с помощью СКТ обнаружено, что все триггерные зоны находились на стороне РШЛС, при этом аналогичные зоны на здоровой стороне не являлись триггерными.

У всех пациентов с односторонним РШЛС оценивали влияние на СКТ кратковременного разминания трапециевидной мышцы или крепкого рукопожатия на стороне поражения или здоровой стороне.

Технология исследования была следующей. Сначала проводился СКТ на триггерную зону с учетом жалоб пациента. Тест был положительным на стороне поражения. Затем выполнялось короткое разминание трапециевидной мышцы на противоположной стороне, и сразу после этого — локальное кратковременное раздражение триггерной зоны. В течение 3 с после раздражения триггерной зоны снова проводился СКТ.

Результаты

Анализ СКТ показал, что все триггерные зоны находились на стороне РШЛС (табл. 1), при этом симметричные зоны на здоровой стороне не являлись триггерными.

Оказалось, что у всех обследованных пациентов с РШЛС после кратковременного разминания трапециевидной мышцы СКТ исчезал на 30–60 с. Это явление было расценено нами как феномен подавления СКТ.

Кратковременное напряжение мышц предплечья на стороне поражения (крепкое рукопожатие) вызывало аналогичный феномен подавления СКТ продолжительностью 30–60 с в 100 % случаев.

Дополнительно было исследовано 30 пациентов с нейрофизиологически подтвержденными синдромами карпального и кубитального канала. Оказалось, что короткое разминание трапециевидной мышцы независимо от стороны поражения вызывает феномен подавления СКТ у всех пациентов с данной патологией.

Обсуждение

По данным литературы, СКТ возникает в ответ на раздражение области, которая соответствует локализации места поражения нерва [1–5, 7, 8]. Эти области были обозначены как триггерные зоны. Однако при исследовании пациентов с РШЛС, у которых клинически и по результатам электродиагностики не выявлено повреждения соответствующих периферических нервов, СКТ возникает в ответ на раздражение зон вне поражения нерва (см. табл. 1). Области вызывания СКТ определялись по результатам осмотра пациента.

Истинная природа возникновения СКТ в ответ на раздражение не триггерных зон до сих пор до конца не изучена. Считается, что механизм возникновения СКТ связан с гипералгезией и аллодинией над местом сдавления нерва [10]. Неболевое раздражение кожи над местом компрессии нерва приводит к торможению произвольной мышечной активности, которое называют кожным периодом молчания [11, 12]. Возникновение феномена СКТ может быть связано и с тормозными спинальными рефлексам, которые участвуют в реализации защитной реакции организма на ноцицептивное раздражение [13, 14].

Нами обследовано 155 пациентов с односторонним РШЛС. Из них было 35 % мужчин ($n = 54$) и 65 % женщин ($n = 101$), что соответствует статистике, приведенной в статье по шейно-локтевому синдрому [9]. У всех пациентов выявлен положительный СКТ на неболевое раздражение триггерных зон в соответствии с предъявляемыми жалобами (см. табл. 1).

Стимуляция триггерных зон при РШЛС показала, что СКТ возникает не только при поражении нерва [8], но и при раздражении триггерных зон, не связанных с компрессией нерва.

Интересным является феномен подавления СКТ при раздражении определенных групп мышц (трапециевидные, мышцы предплечья). В клинической картине РШЛС раздражение данных мышц также приводит к восстановлению силы ослабленных мышц [9].

Для изучения дополнительных групп мышц, которые могут участвовать в реализации СКТ, нами было проведено дополнительное пилотное исследование СКТ у 15 пациентов с синдромом карпального канала ($n = 8$) и синдромом кубитального канала ($n = 7$). У всех пациентов на стороне поражения выявлялся СКТ, что совпадает с данными литературы, сообщающими об ослаблении силы мышц, ротирующих плечо кнаружи [1]. Исследование рефлекторного изменения силы других мышц в ответ на локальное кратковременное раздражение кожи над поврежденным нервом показало, что временная слабость развивается не только в мышцах, ротирующих плечо кнаружи, но и в мышцах — разгибателях руки и кисти: длинной головке трицепса, длинном разгибателе большого пальца, разгибателе III пальца. При этом сила мышц, разгибающих II и IV пальцы, не изменялась. Таким образом, при раздражении

Таблица 1. Триггерные зоны при проведении скретч-коллапс теста у пациентов с рефлекторным шейно-локтевым синдромом
Table 1. Trigger zones during the scratch-collapse test in patients with reflex cervical-elbow syndrome

Основные жалобы Main complains	Триггерные зоны скретч-коллапс теста Trigger zones of the scratch-collapse test
Боли в области лопатки и надплечья, онемение и парестезии в зоне С7 (тыл кисти в области I и II пальцев, лучевой части предплечья), слабость трицепса Pain in the scapula and upper arm, numbness and paresthesias in the C7 area (back of the hand in the area of the first and second fingers, radial part of the forearm), triceps weakness	Первый межпальцевый промежуток с тыльной стороны кисти. Верхний край трапециевидной мышцы First intercarpal space on the back of the hand. Upper edge of the trapezius muscle
Онемение по ладонной поверхности I и II пальцев кисти, по передне-наружной поверхности предплечья. Боли в предплечье, плече, боли в лопатке Numbness of the palm surface of the first and second fingers of the hand, on the anterointernal surface of the forearm. Pain in the forearm, shoulder, and scapula	Первый палец по ладонной или боковой поверхности First finger on the palm or lateral surface
Онемение в кисти с I по IV пальцы по ладонной поверхности. Онемение по ночам. Пациент просыпается 1–2 раза за ночь. Днем онемение только в покое, при статической нагрузке. Боли в предплечье. Иногда возникает прострел и выпадают предметы. Слабость в кисти (например, при письме) Numbness from the first to the fourth fingers on the palmar surface. Numbness at night. Patient wakes up 1–2 times a night. During the day numbness only at rest, with static load. Pain in the forearm. Sometimes shoots through the arm and objects fall out the hand. Weakness in the hand (for example, when writing)	II и III пальцы по ладонной поверхности Second and third fingers on the palm surface
Онемение и парестезии в мизинце, ладони по ульнарной поверхности. Боли в локте при движении; иногда при движении возникают сильные парестезии в кисти Numbness and paresthesias in the fifth finger and palm on the ulnar surface. Pain in the elbow on movement, sometimes with movement there are strong paresthesias in the hand	V палец по ладонной поверхности. Иногда медиальный надмыщелок Fifth finger on the palm surface. Sometimes the medial epicondyle
Онемение и парестезии в кисти по ульнарной поверхности, мизинце, онемение и парестезии по внутренней поверхности предплечья. Боли в области плеча, надплечья Numbness and paresthesias in the hand on the ulnar surface, fifth finger, numbness and paresthesias on the inner surface of the forearm. Pain in the shoulder, upper arm	V палец по ладонной поверхности. Верхний край трапециевидной мышцы. Иногда медиальный надмыщелок Fifth finger on the palmar surface. Upper edge of the trapezius muscle. Sometimes the medial epicondyle
Боли в области плеча, плечевого сустава, в лопатке с небольшим ограничением движения в плечевом суставе (боль при подъеме руки выше горизонтального уровня, заведении за спину). Болезненность при пальпации плечевого сустава по задней поверхности Pain in the shoulder, shoulder joint, scapula with slight limitation of movement in the shoulder joint (pain when lifting the arm above the horizontal level, putting it behind the back). Pain on palpation of the shoulder joint on the posterior surface	Верхний край трапециевидной мышцы. Медиальный край лопатки Upper edge of the trapezius muscle. Medial edge of the scapula
Дорсопатия с цервико-брахиалгией (с болевым синдромом). Боль в шее, лопатке с иррадиацией в руку, больше в трицепс Dorsopathy with cervico-brachialgia. Pain in the neck, scapula with irradiation to the arm, more to the triceps	Верхний край трапециевидной мышцы Upper edge of the trapezius muscle

триггерной зоны при наличии туннельной нейропатии также обнаруживается кратковременная рефлекторная слабость мышц, топически характерная для РШЛС.

Это позволило сделать вывод о том, что СКТ и РШЛС имеют единый механизм возникновения. Кроме того, их также объединяет общий признак — исчезновение рефлекторной слабости мышц после кратковременного разминания трапециевидной мышцы независимо от стороны поражения.

У человека и других млекопитающих имеется защитный рефлекс отдергивания конечности при ее внезапном болевом (ноцицептивном) раздражении. При этом конечность «укорачивается», что позволяет избежать

дальнейшего повреждения. Максимальным проявлением данного рефлекса является защитный патологический рефлекс при поражении центральной нервной системы [15]. Было доказано, что выраженное электрическое болевое раздражение кожи вызывает рефлекс укорочения у здоровых испытуемых [16]. Оказалось, что латентность электромиографических ответов на раздражение совпадала с расслаблением мышц при исследовании «кожного периода молчания».

Защитный рефлекс на ноцицептивное раздражение, проявляющийся в виде «укорочения» конечности, требует хорошего реципрокного согласования сокращения и расслабления сгибателей и разгибателей,

которое обеспечивается сложными связями на уровне спинного мозга [17]. При «укорочении» руки среди основных мышц-сгибателей работают бицепс, сгибатель пальцев, мышцы, ротирующие плечо к туловищу. Мышцы-антагонисты расслабляются для обеспечения более быстрой реакции «укорочения» конечности. К разгибателям-антагонистам можно отнести разгибатель пальцев, трицепс. Для облегчения приведения конечности должны расслабиться мышцы, ротирующие плечо кнаружи. При СКТ и РШЛС мы наблюдаем возникновение слабости именно в определенных мышцах-разгибателях и наружных ротаторах. Поэтому можно рассматривать данную реакцию как подготовку к защитному рефлексу при наличии малоинтенсивного раздражителя.

Представим, что СКТ – ноцицептивный защитный рефлекс, который не реализован в двигательной реакции сгибателей. Постоянное раздражение нерва на уровне повреждения (компрессии) приводит к возникновению подпорогового ноцицептивного раздражения. Царапанье (чесание) кожи над местом повреждения вызывает кратковременное повышение ноцицептивного возбуждения, что приводит к реакции по подготовке защитного рефлекса в виде ослабления ротационных мышц плеча. Кроме этого, возникает слабость мышц-разгибателей: трицепса, разгибателей I и III пальцев.

Можно предположить, что на уровне спинного мозга еще до возникновения повреждения ноцицептивная система готовится к защите в виде рефлекторной реакции «укорочения», что согласуется с моделью прогностической функции ноцицептивной системы [18]. Таким образом, СКТ можно считать физиологическим (не патологическим) проявлением ноцицептивного рефлекса, который возникает при подпороговом раздражении.

При РШЛС, кроме клинически выявляемой слабости определенной группы мышц, отмечаются жалобы на боли в области руки, шеи, кисти, а также парестезии [9]. Следовательно, источник ноцицептивного раздражения уже включен и превышает порог раздражения. С учетом модели прогностической функции ноцицептивной системы можно предположить, что данное надпороговое раздражение приводит к подготовке защитного рефлекса, что проявляется ослаблением мышц-разгибателей. При этом тонус других мышц повышается, что приводит к усилению раздражения зоны повреждения. Это вызывает повышение раздражения и поддержание ноцицептивного рефлек-

са. Данный рефлекс можно рассматривать как патологический ноцицептивный.

В настоящее время однозначного источника возникновения РШЛС, независимо от жалоб пациента, установить не удалось, при том что можно определить зоны возбуждения для генерации СКТ.

Можно предположить, что данные зоны возбуждения, обнаруживаемые при СКТ, и являются источником возникновения патологического ноцицептивного рефлекса. Но природа их возникновения пока непонятна.

Общей для СКТ и проявлений РШЛС является реакция «подавления» рефлекса кратковременным разминанием трапециевидной мышцы, независимо от стороны поражения, или напряжением мышц предплечья на стороне поражения (крепкое рукопожатие). На основании этого можно считать, что проприоцептивное раздражение трапециевидной мышцы вызывает торможение ноцицептивных рефлексов: как физиологического (СКТ), так и патологического (РШЛС). Следовательно, можно предположить, что на уровне шейного отдела существует антиноцицептивная система, которая представлена проприоцептивной чувствительностью.

Исходя из этого, при РШЛС возможно выключение патологического ноцицептивного рефлекса за счет длительного проприоцептивного раздражения трапециевидной мышцы или мышц предплечья. Этот феномен можно использовать для лечения пациентов с РШЛС.

Выводы

1. СКТ возникает не только при неболеом воздействии над местом повреждения нерва, но в случае РШЛС его появление возможно при отсутствии повреждения нерва.
2. СКТ и РШЛС являются составляющими ноцицептивного рефлекса «укорочения» конечности.
3. Феномен СКТ можно считать физиологической реакцией, ассоциированной с местом повреждения.
4. РШЛС является патологическим ноцицептивным рефлексом, который поддерживается зоной повреждения. Природа возникновения данной зоны в настоящее время неизвестна.
5. Проприоцептивное воздействие на уровне шейного отдела вызывает торможение физиологического рефлекса (феномен подавления СКТ) и подавление патологического рефлекса (РШЛС), что можно использовать для лечения данного состояния.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Cheng C.J., Mackinnon-Patterson B., Beck J.L., Mackinnon S.E. Scratch-collapse test for evaluation of carpal and cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 2008;33(9):1518–24. DOI: 10.1016/j.jhsa.2008.05.022
2. Gillenwater J., Cheng J., Mackinnon S.E. Evaluation of the scratch-collapse test in peroneal nerve compression. *Plast Reconstr Surg* 2011;128(4):933–9. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181f95c36
3. Franco M.J., Phillips B.Z., Lalchandani G.R., Mackinnon S.E. Decompression of the superficial peroneal nerve: Clinical outcomes and anatomical study. *J Neurosurg* 2017;126(1):330–5. DOI: 10.3171/2016.1.JNS152454
4. Schaap L., Jacobs M.L.Y.E., Scheltinga M.R.M., Roumen R.M.H. The scratch-collapse test in patients diagnosed with anterior cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES): A report of three cases. *Int J Surg Case Rep* 2023;105:108099. DOI: 10.1016/j.ijscr.2023.108099
5. Page P.S., Hanna A.S. Letter: Paraspinal scratch-collapse test for cervical radiculopathy. *Neurosurgery* 2022;90(6):e189. DOI: 10.1227/neu.0000000000001971
6. Chim H. The scratch-collapse test for diagnosis and treatment of trigger sites for migraine surgery. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2022;10(2):e4145. DOI: 10.1097/GOX.0000000000004145
7. Sollero C.E., Maranhão Filho P. Scratch-collapse test: A new clinical test for peripheral nerve compression. *Arq Neuropsiquiatr* 2015;73(1):64. DOI: 10.1590/0004-282X20140184
8. Čebrov U., Curtin C.M. The scratch-collapse test: A systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2018;71(12):1693–703. DOI: 10.1016/j.bjps.2018.09.003
9. Николаев С.Г. Боль в руке и шее: новые клинические аспекты. Клиническая патофизиология 2023;29(1):78–83. Nikolaev S.G. Arm and neck pain: New clinical aspects. *Klinicheskaya patofiziologiya = Clinical Pathophysiology* 2023;29(1):78–83. (In Russ.).
10. Sheen K., Chung J.M. Signs of neuropathic pain depend on signals from injured nerve fibers in a rat model. *Brain Res* 1993;610(1):62–8. DOI: 10.1016/0006-8993(93)91217-g
11. Uncini A., Kujirai T., Gluck B., Pullman S. Silent period induced by cutaneous stimulation. *EEG Clin Neurophysiol* 1991;81(5):344–52. DOI: 10.1016/0168-5597(91)90023-q
12. Logigian E.L., Plotkin G.M., Shefner J.M. The cutaneous silent period is mediated by spinal inhibitory reflex. *Muscle Nerve* 1999;22(4):467–72. DOI: 10.1002/(sici)1097-4598(199904)22:4<467::aid-mus7>3.0.co;2-y
13. Leis A.A., Stokic D.S., Fuhr P. et al. Nociceptive fingertip stimulation inhibits synergistic motoneuron pools in the human upper limb. *Neurology* 2000;14;55(9):1305–9. DOI: 10.1212/wnl.55.9.1305
14. Logigian E.L., Plotkin G.M., Shefner J.M. The cutaneous silent period is mediated by spinal inhibitory reflex. *Muscle Nerve* 1999;22(4):467–72. DOI: 10.1002/(sici)1097-4598(199904)22:4<467::aid-mus7>3.0.co;2-y
15. Бехтерев В.М. Общие основы рефлексологии человека: Руководство к объективному изучению личности. Под ред. и со вступ. ст. А.В. Гервера. 4-е посмерт. изд. М., Л.: Государственное издательство, 1928. 544 с. Bekhterev V.M. General Fundamentals of Human Reflexology: A Guide to the Objective Study of Personality. Edited and with an introduction by A.V. Gerver. 4th posthumous edn. Moscow, Leningrad: Gosudarstvennoe izdatelstvo, 1928. 544 p. (In Russ.).
16. Floeter M.K., Gerloff C., Kouri J., Hallett M. Cutaneous withdrawal reflexes of the upper extremity. *Muscle Nerve* 1998;21(5):591–8. DOI: 10.1002/(sici)1097-4598(199805)21:5<591::aid-mus5>3.0.co;2-3
17. Eckert N.R., Poston B., Riley Z.A. Differential processing of nociceptive input within upper limb muscles. *PLoS One* 2018;13(4):e0196129. DOI: 10.1371/journal.pone.0196129
18. Morrison I., Perini I., Dunham J. Facets and mechanisms of adaptive pain behavior: Predictive regulation and action. *Front Hum Neurosci* 2013;7:755. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00755

ORCID автора / ORCID of author

С.Г. Николаев / S.G. Nikolaev: <https://orcid.org/0000-0002-6672-1623>

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом клиники «Практическая неврология» (протокол № 2 от 11 ноября 2021 г.). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The study was approved by the local ethical committee of the Practical Neurology Clinic (protocol No. 2 of November 11, 2021). All patients signed informed consent to participate in the study.