

УДК 616.831-009.12-053.2-008.313
DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS631798>

Оригинальное исследование



Оценка эффективности диагностической блокады двигательных ветвей срединного нерва у пациентов с детским церебральным параличом с позиции моделирования результата селективной невротомии

В.А. Новиков, В.В. Умнов, Д.С. Жарков, О.В. Барлова, А.Р. Мустафаева, С.В. Виссарионов

Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. У пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича неврологические нарушения двигательного характера сочетаются с контрактурами в суставах конечностей. Один из ведущих хирургических методов коррекции патологического тонуса «спастической руки» в настоящее время — нейрохирургический. При этом снижение тонуса мышц не влияет на вторичные (фиксированные) контрактуры. Таким образом, эффективность данного варианта лечения зависит от обоснованного предоперационного отбора пациентов. Диагностическая блокада срединного нерва может быть рассмотрена в качестве варианта обратимого моделирования результатов планируемой невротомии с целью объективного выбора пациентов для операции.

Цель — оценка прогностической эффективности диагностической блокады двигательных ветвей срединного нерва у пациентов с детским церебральным параличом с позиции моделирования результатов селективной невротомии.

Материалы и методы. Проведено продольное проспективное исследование с участием 39 пациентов (в возрасте от 5 до 18 лет) со спастическими формами детского церебрального паралича с вовлечением верхних конечностей. Всем пациентам выполнена диагностическая блокада срединного нерва под электростимуляционным и ультразвуковым контролем. Пациентам со значимым функциональным и гониометрическим ответом проведена селективная невротомия срединного нерва. Пациентам с отрицательным результатом блокады назначено ортопедическое лечение. Пациенты, направленные на невротомию, проходили стандартизированное обследование до лечения, во время действия диагностической блокады, а также после завершения нейрохирургического этапа лечения. Обследование включало оценку амплитуды пассивных и активных движений в суставах верхних конечностей, тонуса мышц, а также функциональных возможностей верхних конечностей и динамометрии.

Результаты. Определяется значимое увеличение амплитуды пассивного и активного разгибания кисти, пассивного и активного отведения I пальца кисти, функциональных возможностей верхней конечности согласно классификации MACS и шкале Miller как после диагностической блокады, так и после селективной невротомии моторных ветвей срединного нерва в сравнении с исходными данными.

Заключение. Эффекты диагностической блокады и результат нейрохирургического лечения являются однонаправленными, поэтому блокаду можно использовать в качестве метода моделирования возможного результата в клинически сложных случаях «спастической руки». Благодаря диагностической блокаде удастся оценить степень выраженности фиксированных контрактур и влияние снижения патологического гипертонуса мышц-мишеней на функциональные возможности верхней конечности. Данный подход позволяет обосновать выбор дальнейшего вмешательства — нейрохирургический, ортопедический или же последовательное применение обеих методик.

Ключевые слова: ДЦП; верхняя конечность; спастическая рука; селективная невротомия; срединный нерв; диагностическая блокада.

Как цитировать

Новиков В.А., Умнов В.В., Жарков Д.С., Барлова О.В., Мустафаева А.Р., Виссарионов С.В. Оценка эффективности диагностической блокады двигательных ветвей срединного нерва у пациентов с детским церебральным параличом с позиции моделирования результата селективной невротомии // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2024. Т. 12. № 2. С. 173–183. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS631798>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS631798>

Original Study Article

Prognostic efficiency of diagnostic blockade as a method of modeling the result of selective neurotomy of the motor branches of the median nerve in patients with cerebral palsy

Vladimir A. Novikov, Valery V. Umnov, Dmitry S. Zharkov, Olga V. Barlova,
Alina R. Mustafaeva, Sergei V. Vissarionov

H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: A feature of the disease course in patients with spastic cerebral palsy is a combination of motor neurological disorders with contractures in extremity joints. Neurosurgical methods are currently the main treatment for correcting the pathological tone of the "spastic hand." However, the decreased tone does not affect secondary (fixed) contractures; therefore, the effectiveness of this type of treatment is extremely dependent on the accurate selection of a certain category of patients. Presumably, diagnostic blockade of the median nerve can create a reversible model for planned neurosurgical treatment. The inclusion of this technique as a standard for examining a patient with spastic cerebral palsy before invasive tone-lowering treatment can radically promote treatment effectiveness.

AIM: This study aimed to assess the prognostic effectiveness of diagnostic blockade as a method of modeling the result of selective neurotomy of the motor branches of the median nerve in patients with cerebral palsy.

MATERIALS AND METHODS: A longitudinal prospective study enrolled 39 children (aged 5–18 years) with spastic cerebral palsy. Before neurosurgical treatment, each patient underwent a diagnostic *n. medianus* under electrical stimulation and ultrasound control. After a diagnostic blockade, only patients who had a good functional and goniometric response were selected for the study, which served as an indication for selective neurotomy of the median nerve, and orthopedic treatment was performed in children with a negative event. Patients referred for neurotomy underwent a standardized examination before treatment during the diagnostic blockade and after neurosurgical treatment. The examination included the assessment of the amplitude of passive and active movements in the joints of the upper extremities, muscle tone, and functional capabilities of the upper extremities and dynamometry.

RESULTS: In comparison with the initial data, a significant increase in the amplitude of passive and active hand extension, passive and active abduction of the first finger, and upper limb functional capabilities according to the MACS classification and the Miller scale was determined both after the diagnostic blockade and after selective neurotomy of the motor branches of the median nerve.

CONCLUSIONS: Based on the results of the study, the effect of the diagnostic blockade and neurosurgical treatment outcomes are unidirectional, which allows the use of blockade as a method for modeling the possible result in clinically complex cases of spastic hand. The use of diagnostic blockade in clinical practice makes it possible to adequately assess the severity of fixed contractures and reduce the pathological hypertonicity of the target muscles. Diagnostic blockade allows for the collection of sufficient information to make an objective decision about which type of treatment is most preferable for each patient – neurosurgical, orthopedic, or sequential use of both methods.

Keywords: cerebral palsy; upper limb; spastic arm; selective neurotomy; median nerve; diagnostic blockade.

To cite this article

Novikov VA, Umnov VV, Zharkov DS, Barlova OV, Mustafaeva AR, Vissarionov SV. Prognostic efficiency of diagnostic blockade as a method of modeling the result of selective neurotomy of the motor branches of the median nerve in patients with cerebral palsy. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2024;12(2):173–183. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS631798>

Received: 08.05.2024

Accepted: 18.06.2024

Published online: 28.06.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Детский церебральный паралич (ДЦП) — не только одна из наиболее частых причин инвалидности в детском возрасте, эта патология занимает лидирующие позиции как одна из наиболее частых причин развития синдрома верхнего мотонейрона (спастический синдром) среди пациентов различных возрастных групп [1]. Спастичность мышц — наиболее распространенный и часто встречающийся клинический неврологический признак спастического паралича [2]. Синдром верхнего мотонейрона включает нарушение произвольных движений, повышенный рефлекторный ответ и наличие патологических рефлексов [3], что на фоне спастичности приводит к резкому ограничению функциональных возможностей конечности. У пациентов со спастическими формами ДЦП двигательные неврологические нарушения сочетаются с контрактурами в суставах конечностей [4]. Как и в случае нижних конечностей, вовлечение верхней конечности в патологический процесс заболевания отличается характерными паттернами. Последние наиболее часто формируются за счет преобладания действия мышц сгибателей и приводящих мышц. При «спастической руке» этот паттерн можно охарактеризовать как положение внутренней ротации и приведения в плечевом суставе, сгибания в локтевом суставе, внутренней ротации (пронация) предплечья и сгибания кисти и пальцев верхней конечности.

С точки зрения нейроортопедии контрактуры разделяют на тонические (первичные) и фиксированные (вторичные). Причиной тонических контрактур является спастичность мышц, а к фиксированным контрактурам приводят стойкая ретракция мышцы, капсулы сустава или уже развившиеся костные деформации [5, 6].

В настоящее время основной хирургический метод коррекции патологического тонуса «спастической руки» — нейрохирургический [7–9]. Методика включает селективную дорзальную ризотомию на корешках шейного отдела спинного мозга, а также селективные невротомии двигательных ветвей периферических нервов верхней конечности. Ризотомии на шейном уровне, несмотря на их эффективность, не получили широкого распространения по причине технической сложности оперативного вмешательства, высокого риска развития ортопедических осложнений и невозможности точно прогнозировать результат хирургического вмешательства.

В литературе достаточно достоверно представлено положительное влияние поясничной селективной ризотомии, активно применяемой в настоящее время с целью коррекции патологического тонуса нижних конечностей, на состояние верхних конечностей [10]. Существует как минимум пять гипотез, которые могут объяснить снижение спастичности мышц верхних конечностей и улучшение их функции после селективной дорзальной ризотомии L₁–S₂:

- 1) соматосенсорная реорганизация коры с преобладанием области верхних конечностей над областью нижних;

- 2) уменьшение аномальной электрической передачи по всему спинному мозгу;
- 3) косвенный результат улучшения удержания тела и пояса верхних конечностей за счет улучшения осанки, стабильности туловища и улучшения состояния нижних конечностей;
- 4) косвенное следствие интенсификации физической терапии (ЛФК) в послеоперационном периоде;
- 5) эффект взросления.

Однако на сегодняшний день все эти теории не до конца обоснованы с научной точки зрения. С учетом этого, несмотря на достоверное положительное влияние на «спастическую руку», данный метод лечения не может рассматриваться в качестве основного.

Идею частичной неврэктомии с тонусопонижающей целью впервые высказали в 1913 г. A. Stoffel и соавт. [11]. Следующим заметным эволюционным звеном этого метода стала идея «гипоневротизации», предложенная в 1982 г. G. Brunelli и соавт. [12]. Селективная невротомия заключается в частичном пересечении одной или нескольких моторных коллатералей нервов, иннервирующих мышцы-мишени с избыточной спастичностью. Селективная невротомия приводит к формированию моторного пареза, пропорционального числу пересеченных аксонов, и при этом позволяет сохранить активный контроль над мышцей-мишенью. Методика наиболее эффективно проявила себя в качестве способа коррекции тонических приводящих контрактур в тазобедренных суставах и сгибательных контрактур в локтевых суставах. Обусловлено это достаточно простой системой иннервации мышц, приводящих к формированию этих контрактур.

C. Leclercq предложила осуществлять тонусопонижающее вмешательство не на нервном стволе, а непосредственно на входящих в мышцу ветвях (*rami musculares*) [13]. Данный подход позволяет не только радикально снизить риск ошибки в выборе мышцы-мишени, что особенно актуально при проведении селективной неврэктомии срединного нерва, когда иннервируемых нервом мышц достаточно много, но и максимально объективизировать степень снижения мышечного тонуса [8].

Чаще всего вопрос о хирургическом лечении возникает у пациентов, полностью исчерпавших возможности консервативного лечения и уже имеющих в клинической картине «спастической руки» смешанные контрактуры. В таких ситуациях сложность планирования лечения обусловлена затруднениями на этапе определения основного ограничивающего функцию верхней конечности фактора — нарушения тонуса мышц или уже развившихся вторичных контрактур. От возможности достоверно выявить основной патогенетический фактор, который влияет на функцию конечностей, напрямую зависит окончательный результат лечения.

В этой ситуации диагностическая блокада периферического нерва может значительно повысить достоверность установления причины, которая лимитирует

функцию верхней конечности, за счет создания временной обратимой модели селективной невротомии. Нами уже проведено исследование достоверности диагностической блокады моторных ветвей мышечно-кожного нерва как метода прогнозирования селективной невротомии [14] и доказана ее эффективность. Однако мышечно-кожный нерв, по причине своего анатомического строения и небольшого количества иннервируемых им мышц, — достаточно «простая» мишень как для диагностической блокады, так и для последующей селективной невротомии. При этом анатомические особенности и функциональные характеристики срединного нерва, хирургическое вмешательство на котором также осуществляют в рамках лечения «спастической руки», более сложные, а результат менее прогнозируемый.

Цель — оценка прогностической эффективности диагностической блокады двигательных ветвей срединного нерва у пациентов с детским церебральным параличом с позиции моделирования результатов селективной невротомии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено продольное проспективное исследование с участием 39 пациентов (в возрасте от 5 до 18 лет) со спастическими формами ДЦП, находившихся на лечении в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им Г.И. Турнера» Минздрава России с 2014 по 2024 г. Всем пациентам выполнена диагностическая блокада срединного нерва под электростимуляционным и ультразвуковым контролем. Для верификации использовали ультразвуковой сканер: Philips CX 50 (Нидерланды); линейный датчик L12-3 (3–12 МГц, 35 мм); нейростимулятор BBraun Stimuplex HNS 12 (Германия); иглы: BBraun Stimuplex A 22G, 50 мм. Блокаду *n. medianus* осуществляли 0,5 % раствором ропивакаина на уровне локтевого сустава.

Результаты обследования, полученные в момент действия блокады, сравнивали с исходными показателями пациента. Если на фоне блокады *n. medianus* у ребенка увеличивались и амплитуда активных движений кисти, и показатели функциональных тестов, мы расценивали эффект блокады как положительный. Такой эффект наблюдался преимущественно у пациентов с дисфункцией кисти, обусловленной в первую очередь спастичностью мышц, а не вторичными фиксированными контрактурами. Положительный результат диагностической блокады *n. medianus* — возможное показание к нейрохирургическому лечению. Когда данного эффекта от блокады не наблюдалось, такой результат расценивали как отрицательный. Пациенты с отрицательным результатом диагностической блокады нуждались в ортопедо-хирургическом лечении и не входили в дальнейший этап исследования.

Нами осуществлено нейрохирургическое лечение 27 детей в возрасте от 6 до 17 лет (средний возраст — 12,1 года). У всех детей, получивших нейрохирургическое

лечение, спастичность мышц сгибателей кисти и пальцев кисти по классической шкале Ashworth до оперативного лечения составляла 3–5 баллов. У 14 пациентов поражение было двусторонним, а у 13 носило односторонний характер. У пациентов с двусторонним поражением проводили оценку и нейрохирургическое лечение только одной, более тяжелой в клиническом плане конечности.

Всем пациентам в качестве тонуспонижающего нейрохирургического лечения выполняли селективную невротомию моторных ветвей срединного нерва (27 операций).

Техника нейрохирургического лечения была следующей: из линейного разреза длиной около 10 см от локтевой ямки до средней трети предплечья рассекали фасцию предплечья между *m. flexor carpi radialis* и *m. pronator teres*. В межмышечном промежутке, тупо раздвигая ткани, обнажали нерв, проходящий между головками круглого пронатора. Нерв *n. medianus* смешанный, и с целью профилактики вегетативных и чувствительных расстройств необходимо точно верифицировать его двигательные ветви. Осуществляют это с помощью полученного в результате электростимуляции двигательного ответа от иннервируемых мышц. Так, проксимальные двигательные ветви нерва дают двигательный ответ от *m. pronator teres* и *m. flexor carpi radialis*. Две следующие ветви иннервируют длинную ладонную мышцу, мышцу поверхностного сгибателя пальцев. Еще дистальнее располагаются ветви, идущие к глубокому сгибателю пальцев и длинному сгибателю I пальца. Резекцию двигательных ветвей нерва производили до получения слабopоложительного ответа на электростимуляцию, что обычно составляет 60–70 % ветви. Такой объем резекции позволяет существенно снизить мышечный тонус иннервируемых мышц. Оставшиеся двигательные ветви, идущие к мышцам тенара и к квадратному пронатору, недоступны из этого доступа, так как располагаются в дистальной части предплечья.

В рамках исследования пациенты проходили обследование три раза: до и после диагностической блокады, а также после нейрохирургического вмешательства. Результаты хирургического лечения анализировали через 10 дней после селективной невротомии. Первичную стандартизированную реабилитацию начинали на 3-и сутки после оперативного лечения.

Схема обследования включала:

- ортопедический осмотр, который заключался в ангулометрии суставов верхних конечностей; при обследовании измеряли активные и пассивные движения в локтевых (включая пронацию и супинацию), кистевых и первых пястно-фаланговых суставах; полное разгибание в локтевом и полное приведение в пястно-фаланговом суставах принимали как 0°; ноль-проходящим способом оценивали ротацию предплечья и сгибание в кистевом суставе;
- неврологический осмотр предполагал оценку мышечного тонуса сгибателей предплечья, пронаторов

предплечья, сгибателей кисти с помощью классической шкалы Ashworth;

- методы оценки двигательных функций верхней конечности включали функциональные классификации MACS, House, Miller, а также тесты Инджалберта, Block and Box test (BBT), схват-тест, силы схвата, силы схвата I пальца кисти.

Классификации функциональных возможностей верхних конечностей MACS [15] и Miller [2] в клинической практике и научных работах используют наиболее часто. Несмотря на то что шкала Miller больше подходит для нашего исследования, поскольку характеризует в основном функции кисти, классификацию MACS мы также применяли с учетом ее бимануальности.

Классификация House позволяет оценить состояние I пальца кисти, от которого напрямую зависит возможность захвата предметов, а следовательно, и функция всей верхней конечности [16].

При выполнении теста «рука – колено» оценивали возможность ребенка самостоятельно переместить ладонь с головы на противоположное исследуемой руке колено (Leclercq C., 2003).

«Схват-тест» дает возможность оценить качество захвата предмета, протянутого ребенку (Memberg W.D., 1997).

При проведении теста Инджалберта анализируют способность пациента захватить предмет, поднесенный на расстояние 40 см, с последующим переключением его из руки в руку (Enjalbert M., 1988).

Все перечисленные тесты основаны на пятибалльной оценочной шкале.

BBT — популярный метод оценки функции всей верхней конечности с акцентом на ее дистальные отделы. Изначально тест был предложен в 1957 г. J. Hyres и P. Buhler, модифицирован E. Fuchs и P. Buhler в 1976 г. и V. Mathiowetz в 1985 г. Для классического использования данного теста применяют коробку, разделенную перегородкой на два

отделения, в одном из которых находятся кубики с размером одной грани 2,5 см. Подсчитывают количество кубиков, которое за одну минуту пациент сможет переложить из одного отделения в другое. Перенесенный за перегородку, или условную линию, и выпавший из руки кубик засчитывают. Перед проведением теста пациенту дают 15 мин на подготовку. Кубики переносят со стороны тестируемой конечности в сторону контралатеральной.

Силу схвата и силу сгибания I пальца кисти определяли с помощью двух динамометров: Baseline 12-0290 Dynamometer — Pneumatic Squeeze Bulb — 30 PSI Capacity (США) (рис. 1, а) для оценки силы схвата и Baseline 12-0226 Pinch Gauge, Hydraulic, LiTe, 50 lb Capacity (США) (рис. 1, б) для проведения щипкового теста.

В научной литературе не представлены нормальные показатели по BBT и динамометрии кисти для пациентов детского возраста. С учетом этого сравнения с нормой не проводили, а полученные показатели анализировали только для оценки состояния пациента в динамике.

Статистический анализ

Статистический анализ осуществляли с помощью программы SPSS Statistic v23.0 (IBM, США), визуализацию данных — с помощью программы GraphPad Prism 8 (v8.4.3) (GraphPad Software, США). Использовали методы описательной статистики, определяли среднее значение, стандартное отклонение. Для количественных данных оценивали нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова – Смирнова, Шапиро – Уилка, графической визуализации Q-Q plots. Количественные данные сравнивали с применением критерия Фридмана для трех зависимых выборок и более, одновыборочный критерий Вилкоксона использовали для сравнения с нормальными показателями. Статистически значимым считали уровень вероятности ошибки первого рода менее 5 % ($p < 0,05$).

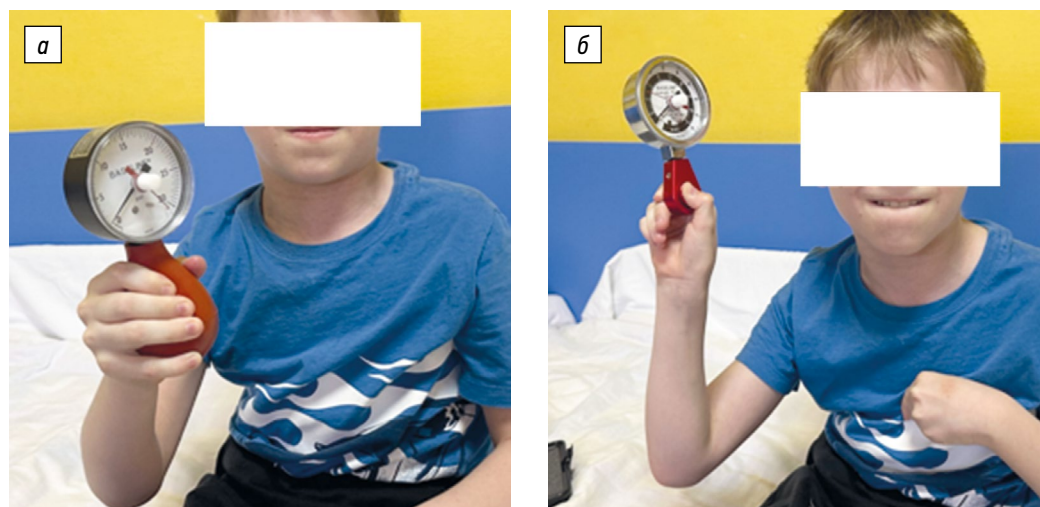


Рис. 1. Методы оценки силы схвата и щипкового захвата кисти: а — пневматический динамометр Baseline 12-0290 Dynamometer — Pneumatic Squeeze Bulb — 30 PSI Capacity (США); б — гидравлический манометр Baseline 12-0226 Pinch Gauge, Hydraulic, LiTe, 50 lb Capacity (США)

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования представлены в таблице и на рис. 2.

Показатели амплитуды активного и пассивного разгибания кисти, активного отведения I пальца кисти во время диагностической блокады продемонстрировали достоверную, но минимальную и функционально незначимую динамику, которая могла быть связана с погрешностью измерения. Кроме того, наблюдалось значимое ($p < 0,001$) улучшение функциональных показателей верхней конечности, определяемых согласно классификации MACS (на 1 балл) и Miller (на 0,6 балла). Однако после выполнения диагностической блокады не выявлено значимых изменений ($p > 0,05$) ангулометрических показателей

пассивного и активного сгибания и разгибания локтевого сустава, пассивной и активной супинации и пронации предплечья, спастичности сгибателей предплечья, динамики показателей функциональных возможностей верхней конечности по классификации House, при выполнении теста Инджалберта, BBT, «схват-теста», силы сжатия I пальца кисти, силы схвата.

После селективной невротомии срединного нерва обнаружено значимое ($p < 0,001$) увеличение амплитуды движения при определении пассивного ($+7,5^\circ$) и активного ($+22,5^\circ$) разгибания кисти, увеличение пассивного ($+4,8^\circ$) и активного ($+6,9^\circ$) отведения I пальца кисти, увеличение активной супинации предплечья ($+11,7^\circ$), пассивного разгибания в локтевом суставе ($+2,9^\circ$), снижение спастичности сгибателей кисти. Функциональные возможности

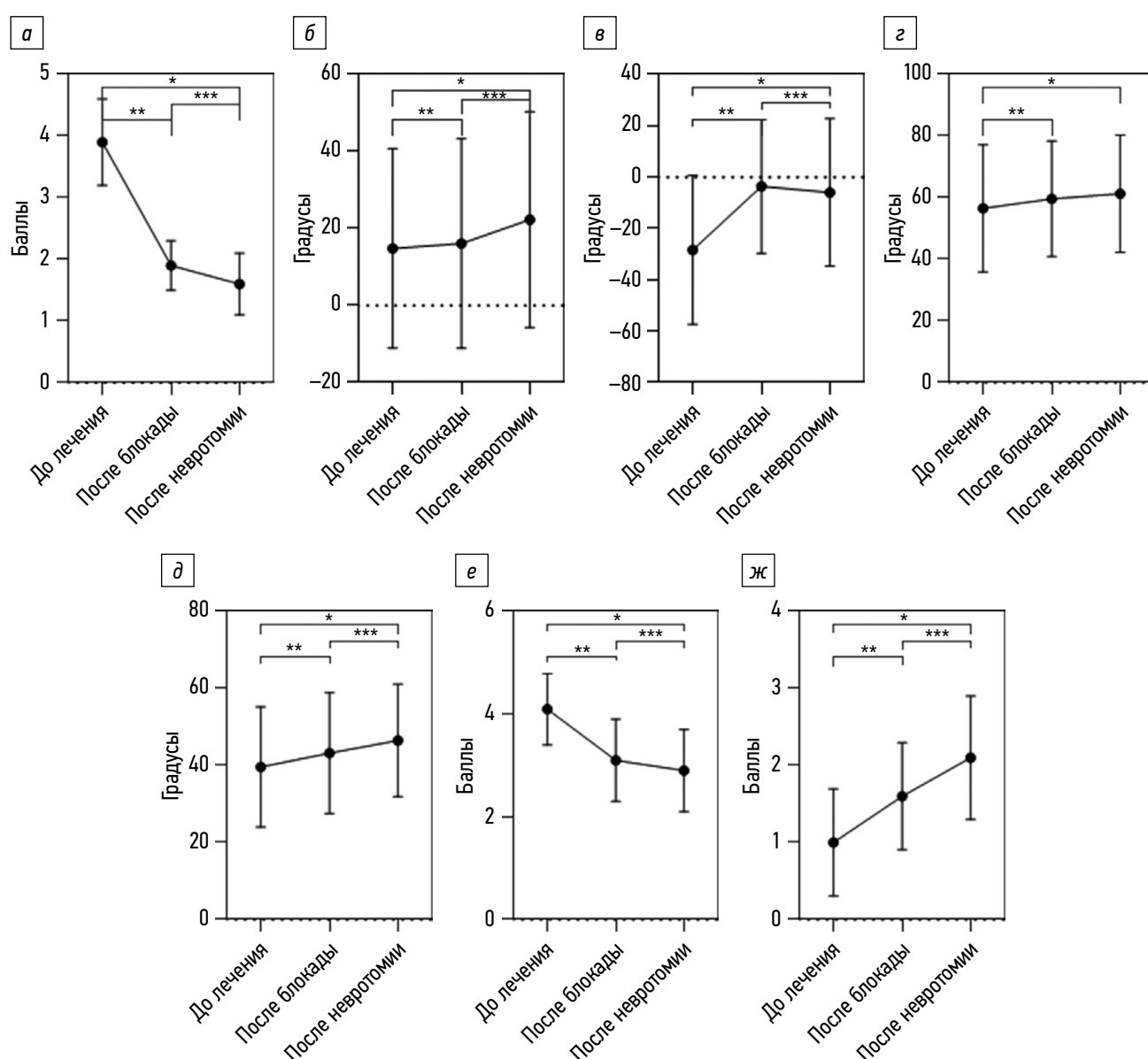


Рис. 2. Динамика изменения общих параметров, имеющих значимые статистические различия после выполнения диагностической блокады и селективной невротомии срединного нерва в сравнении с исходными данными: а — спастичность сгибания кисти; б — пассивное разгибание кисти; в — активное разгибание кисти; г — пассивное отведение I пальца кисти; д — активное отведение I пальца кисти; е — MACS; ж — Miller. *, **, *** — $p < 0,05$

Таблица. Сравнение показателей диапазона движений кисти и I пальца кисти, спастичности сгибателей кисти по шкалам Ashworth, MACS, Miller после блокады и после нейрохирургического лечения

Исследуемый параметр		До диагностической блокады	После диагностической блокады	Δ1	После нейрохирургического лечения	Δ2	Δ3
Разгибание кисти (°, M ± SD, минимальный – максимальный показатель)	Пассивно	14,8 ± 25,9 (–30–60)	16,1 ± 27,2 (–30–65)	1,3 ^a	22,3 ± 28 (–20–65)	7,5 ^b	6,2 ^c
	Активно	–28,4 ± 29 (–75–15)	–3,6 ± 26,1 (–50–45)	24,8 ^a	–5,9 ± 28,7 (–50–50)	23 ^b	–1,8 ^c
Отведение I пальца (°, M ± SD, минимальный – максимальный показатель)	Пассивно	56,5 ± 20,6 (20–90)	59,6 ± 18,8 (20–90)	3,1 ^a	61,3 ± 19 (25–90)	4,8 ^b	1,7 ^c
	Активно	39,6 ± 15,6 (10–80)	43,2 ± 15,7 (20–80)	3,6 ^a	46,5 ± 14,6 (20–80)	6,9 ^b	3,3 ^c
Спастичность сгибателей кисти (балл, M ± SD, минимальный – максимальный показатель)		3,9 ± 0,7 (3–5)	1,9 ± 0,4 (1–3)	–2 ^a	1,6 ± 0,5 (1–3)	–2,3 ^b	–0,3 ^c
MACS (балл, M ± SD, минимальный – максимальный показатель)		4,1 ± 0,7 (3–5)	3,1 ± 0,8 (2–5)	–1 ^a	2,9 ± 0,8 (2–4)	–1,2 ^b	–0,2 ^c
Miller (балл, M ± SD, минимальный – максимальный показатель)		1 ± 0,7 (0–2)	1,6 ± 0,7 (0–3)	0,6 ^a	2,1 ± 0,7 (1–3)	1,1 ^b	0,5 ^c

Примечание: Δ1 — разница средних значений между показателем после диагностической блокады и исходными данными; Δ2 — разница средних значений между показателем после селективной невротомии срединного нерва и исходными данными; Δ3 — разница средних значений между показателем после селективной невротомии срединного нерва и после диагностической блокады; a, b, c — $p < 0,05$ согласно критерию Вилкоксона.

верхней конечности после нейрохирургического лечения также имели значимую ($p < 0,001$) положительную динамику согласно функциональной классификации MACS (на 1,2 балла), шкале Miller (на 1,1 балл), при выполнении теста Инджалберта (на 1 балл), BBT (на 2,6 кубика), «схват-теста» (на 0,7 балла), а также наблюдалось усиление силы схвата (на 5,9 кг). После селективной невротомии срединного нерва не выявлено значимых изменений ($p > 0,05$) показателей активного и пассивного сгибания локтевого сустава, активного разгибания локтевого сустава, пассивной супинации предплечья, активной и пассивной пронации предплечья, спастичности сгибателей предплечья, динамики показателей при оценке функциональных возможностей верхней конечности по классификации House, силы сжатия I пальца кисти.

Обращают на себя внимание общие параметры, которые отличаются значимыми изменениями в сравнении с исходными данными при выполнении как диагностической блокады, так и селективной невротомии *n. medianus*: пассивное и активное разгибание кисти, пассивное и активное отведение I пальца кисти, снижение спастичности сгибателей кисти, функциональная классификация MACS, шкала Miller.

После селективной невротомии в сравнении с диагностической блокадой были больше следующие показатели: пассивное разгибание кисти, пассивное отведение I пальца, активное отведение I пальца; улучшились показатели по функциональной классификации MACS, шкале Miller. После селективной невротомии в сравнении с диагностической блокадой были меньше показатели активного разгибания кисти и уровень спастичности сгибателей кисти. Данные параметры значимо отличаются от показателей ($p < 0,05$) после выполнения невротомии в сравнении

с диагностической блокадой, за исключением показателей пассивного отведения I пальца кисти ($p > 0,05$) (см. рис. 2).

При выполнении диагностической блокады и селективной невротомии не отмечено статистически значимых изменений ($p > 0,05$) при оценке пассивного и активного сгибания в локтевом суставе, активного разгибания в локтевом суставе, определении спастичности сгибателей предплечья, спастичности пронаторов предплечья, оценке пассивной и активной пронации предплечья, пассивной супинации предплечья, функциональных возможностей согласно классификации House, силы схвата.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных, полученных в результате исследования, демонстрирует значимое увеличение амплитуды движения пассивного и активного разгибания кисти, пассивного и активного отведения I пальца кисти, функциональных возможностей верхней конечности согласно классификации MACS и шкале Miller как после диагностической блокады, так и после селективной невротомии моторных ветвей срединного нерва в сравнении с исходными данными. Значимые различия между вышеописанными параметрами при выполнении селективной невротомии в сравнении с результатами после диагностической блокады можно объяснить не только определенной закономерной погрешностью исследования, но еще и тем, что на фоне диагностической блокады снижение тонуса по своему эффекту близко к моторной неселективной невротомии срединного нерва и, помимо положительного эффекта, значительно затрудняет (или делает невозможным) сгибание пальцев кисти, что негативно сказывается на результатах функциональных тестов. Кроме того, нельзя

исключить положительного влияния на показатели тестов интенсивного восстановительного лечения, которое пациенты получали в послеоперационном периоде. По этим же причинам показатели пассивного разгибания в локтевом суставе, активной супинации предплечья, теста Инджалберта, ВВТ, «схват-теста», силы схвата после селективной невротомии статистически значимо улучшались в сравнении с исходными значениями в отличие от результатов диагностической блокады.

Необходимо подчеркнуть, что анализ результатов по классификации House не показал значимых изменений ($p > 0,05$) ни после блокады, ни после невротомии. Поскольку данная функциональная классификация основана на оценке состояния I пальца кисти, можно предположить, что после невротомии моторных ветвей срединного нерва функция верхней конечности улучшается преимущественно за счет оптимизации разгибания кисти и II–V пальцев, а не за счет увеличения отведения I пальца. Этот вывод подтверждает отсутствие какой-либо динамики при оценке сила схвата I пальца кисти как после блокады, так и после невротомии ($p > 0,05$).

Таким образом, на основании результатов исследования можно заключить, что эффект диагностической блокады и результат нейрохирургического лечения являются однонаправленными, что позволяет использовать блокаду в качестве метода моделирования возможного результата в клинически сложных случаях «спастической руки».

Отсутствие значимых изменений в амплитудах пассивного и активного сгибания в локтевом суставе, активного разгибания в локтевом суставе, определении спастичности сгибателей предплечья, спастичности пронаторов предплечья, оценке пассивной и активной пронации предплечья, пассивной супинации предплечья также демонстрирует селективность методики как в случае диагностической блокады, так и в случае невротомии.

Несмотря на подтвержденную эффективность такого метода лечения «спастической руки», как селективная невротомия срединного нерва, в литературе он упоминается не так часто [8, 17–20]. Еще реже его применяют в клинической практике.

В обзоре литературы 2023 г., посвященном методам и результатам нейрохирургического лечения ДЦП [21], А.В. Декопов пишет следующее: селективная невротомия наиболее эффективна в качестве коррекции тонуса нижних конечностей, в таком случае снижение патологического мышечного тонуса отмечается в 80–95 % случаев. Лучшие результаты наблюдаются у больных с изолированной эквинусной и эквиноварусной постановкой стопы после селективной невротомии моторных ветвей большеберцового нерва. Результаты селективной невротомии при операциях на верхних конечностях у больных со спастическим тетрапарезом и гемипарезом значительно хуже. Например, невротомия срединного нерва может обеспечить улучшение функции верхней конечности только у пациентов со спастичностью рук в том случае, когда

у них сохранена достаточная сила мышц-разгибателей и супинаторов (не менее 3 баллов). С учетом вышеизложенного невротомия на верхних конечностях в большинстве случаев функционально неэффективна и приводит лишь к облегчению ухода за больными.

На наш взгляд, причина неудовлетворительных результатов нейрохирургического лечения пациентов с ДЦП с патологией верхних конечностей состоит в невозможности корректного и правильного отбора пациентов для селективной невротомии срединного нерва без предварительной диагностической блокады. Операция с отрицательным результатом диагностической блокады закономерно будет неэффективной. Спрогнозировать возможный результат невротомии, особенно в случае такого «сложного» по количеству иннервируемых мышц нерва, как срединный, достоверно невозможно. Оценить силу разгибателей кисти и пальцев кисти у целевой группы пациентов также зачастую адекватно невозможно, так как приходится это делать на фоне сгибательной контрактуры кисти и выраженного гипертонуса мышц-антагонистов.

Удивительно, но в статьях, посвященных изолированному нейрохирургическому лечению, нам не встретилось упоминания диагностической блокады как метода моделирования возможного результата хирургического лечения. Блокады упоминаются в публикациях, посвященных исключительно ортопедическому лечению или описывающих комплексный подход к лечению «спастической руки» [2, 22, 23]. В этих работах авторы рекомендуют диагностическую блокаду как способ дифференциации первичных и вторичных контрактур в суставах руки, а также как вариант оценки перспективности лечения верхней конечности. Отмечая важность спастичности в патогенезе такого типа пациентов, авторы не продолжают логическую цепь «диагностическая блокада — положительный эффект — тонусопонижающее лечение». Объяснить такой феномен можно лишь отсутствием комплексного нейроортопедического подхода к лечению пациентов с ДЦП, когда специалисты, в том числе ортопед и нейрохирург, не взаимодействуют друг с другом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование подтвердило однонаправленность результатов диагностической блокады срединного нерва и селективной невротомии моторных ветвей данного нерва, что может говорить о возможности использования блокады в качестве обратимой модели нейрохирургического лечения. Применение диагностической блокады в клинической практике позволяет оценить степень выраженности фиксированных контрактур, влияние патологического гипертонуса мышц-мишеней на функциональные возможности конечности и принять обоснованное решение о том, какой вариант хирургического лечения оптимален для пациента — нейрохирургический, ортопедический или же последовательное использование обеих методик.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явного и потенциального конфликта интересов, связанного с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Протокол обследования и лечения детей одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России (№ 24-2 от 07.05.2024).

Информированное согласие на публикацию. Пациенты (их представители) дали согласие на лечение, обработку и публикацию персональных данных и фотоматериалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hurvitz E.A., Peterson M., Fowler E. Muscle tone, strength and movement disorders. In: Dan B., Mayston M., Paneth N., et al, editors. Cerebral palsy: science and clinical practice. London: Mac Keith Press; 2014. P. 381–406.
2. Miller F., Bachrach S., Lennon N., et al., editors. Cerebral Palsy. 2nd ed. Springer, 2020.
3. Balakrishnan S., Ward A.B. The diagnosis and management of adults with spasticity // *Handb Clin Neurol*. 2013. Vol. 110. P. 145–160. doi: 10.1016/B978-0-444-52901-5.00013-7
4. Graham H.K., Rosenbaum P., Paneth N., et al. Cerebral palsy // *Nat Rev Dis Primers*. 2016. Vol. 2. doi: 10.1038/nrdp.2015.82
5. Keenan M.A., Todderud E.P., Henderson R., et al. Management of intrinsic spasticity in the hand with phenol injection or neurectomy of the motor branch of the ulnar nerve // *J Hand Surg Am*. 1987. Vol. 12, N. 5. P. 734–739. doi: 10.1016/s0363-5023(87)80059-x
6. Новиков В.А. Комплексное лечение пациентов с детским церебральным параличом с поражением верхней конечности: дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2018. EDN: CEIYLX
7. Умнов В.В., Снитуков В.П. Шейная селективная дорсальная ризотомия — возможности и недостатки лечения спастического пареза руки у детей // *Нейрохирургия*. 2009. № 1. С. 45–48. EDN: KGBPMZ
8. Leclercq C. Selective neurectomy for the spastic upper extremity // *Hand Clin*. 2018. Vol. 34, N. 4. P. 537–545. doi: 10.1016/j.hcl.2018.06.010
9. Декопов А.В., Шабалов В.А., Томский А.А., и др. Микрохирургическая селективная невротомия в лечении фокальных спастических синдромов различной этиологии // *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко*. 2013. Т. 77, № 2. С. 65–72. EDN: QBSNIX
10. Merckx L., Poncelet F., De Houwer H., et al. Upper-extremity spasticity and functionality after selective dorsal rhizotomy for cerebral palsy: a systematic review // *J Neurosurg Pediatr*. 2023. Vol. 32, N. 6. P. 673–685. doi: 10.3171/2023.7.PEDS22526
11. Stoffel A. Treatment of spastic contractures // *Am J Orthop Surg*. 1913. Vol. 2–10, N. 4. P. 611–614.
12. Brunelli G., Brunelli F. Partial selective denervation in spastic palsies (hyponeurotization) // *Microsurgery*. 1983. Vol. 4, N. 4. P. 221–224. doi: 10.1002/micr.1920040404
13. Leclercq C., Gras M. Hyperselective neurectomy in the treatment of the spastic upper limb // *Phys Med Rehabil Int*. 2016. Vol. 3, N. 1. P. 1075.
14. Новиков В.А., Умнов В.В., Жарков Д.С., и др. Эффективность диагностической блокады как метода моделирования результата селективной невротомии двигательных ветвей мышечно-кожного нерва у пациентов с детским церебральным параличом // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2023. Т. 11, № 3. С. 327–336. EDN: WXJDLT doi: 10.17816/PTORS465738
15. Eliasson A.C., Krumlinde-Sundholm L., Rösblad B., et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability // *Dev Med Child Neurol*. 2006. Vol. 48, N. 7. P. 549–554. doi: 10.1017/S0012162206001162
16. House J.H., Gwathmey F.W., Fidler M.O. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy // *J Bone Joint Surg Am*. 1981. Vol. 63, N. 2. P. 216–225.
17. Leclercq C., Perruisseau-Carrier A., Gras M., et al. Hyperselective neurectomy for the treatment of upper limb spasticity in adults and children: a prospective study // *J Hand Surg (EurVol)*. 2021. Vol. 46, N. 7. P. 708–716. doi: 10.1177/17531934211027499
18. Yu A., Shen Y., Qiu Y., et al. Hyperselective neurectomy in the treatment of elbow and wrist spasticity: an anatomical study and incision design // *Br J Neurosurg*. 2024. Vol. 38, N. 2. P. 225–230. doi: 10.1080/02688697.2020.1823939
19. Thomas S.P., Addison A.P., Curry D.J. Surgical tone reduction in cerebral palsy // *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2020. Vol. 31, N. 1. P. 91–105. doi: 10.1016/j.pmr.2019.09.008
20. Hurth H., Morgalla M., Heinzel J., et al. Chirurgische verfahren zur therapie von spastik // *Nervenarzt*. 2023. Vol. 94, N. 12. P. 1116–1122. doi: 10.1007/s00115-023-01568-3
21. Декопов А.В., Томский А.А., Исагулян Э.Д. Методы и результаты нейрохирургического лечения детского церебрального паралича // *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко*. 2023. Т. 87, № 3. С. 106–112. EDN: AQRXWX doi: 10.17116/neiro202387031106
22. Rhee P.C. Surgical management of the spastic forearm, wrist, and hand: evidence-based treatment recommendations: a critical analysis review // *JBJS Rev*. 2019. Vol. 7, N. 7. doi: 10.2106/JBJS.RVW.18.00172
23. Enslin J.M.N., Fieggen A.G. Surgical management of spasticity // *S Afr Med J*. 2016. Vol. 106, N. 8. P. 753–756. doi: 10.7196/SAMJ.2016.v106i8.11225

REFERENCES

1. Hurvitz EA, Peterson M, Fowler E. Muscle tone, strength and movement disorders. In: Dan B, Mayston M, Paneth N, et al, editors. *Cerebral palsy: science and clinical practice*. London: Mac Keith Press; 2014. P. 381–406.
2. Miller F, Bachrach S, Lennon N, et al., editors. *Cerebral Palsy*. 2nd ed. Springer; 2020.
3. Balakrishnan S, Ward AB. The diagnosis and management of adults with spasticity. *Handb Clin Neurol*. 2013;110:145–160. doi: 10.1016/B978-0-444-52901-5.00013-7
4. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2. doi: 10.1038/nrdp.2015.82
5. Keenan MA, Todderud EP, Henderson R, et al. Management of intrinsic spasticity in the hand with phenol injection or neurectomy of the motor branch of the ulnar nerve. *J Hand Surg Am*. 1987;12(5):734–739. doi: 10.1016/s0363-5023(87)80059-x
6. Novikov VA. *Complex treatment of patients with cerebral palsy with damage to the upper limb* [dissertation abstract]. Saint Petersburg; 2018. (In Russ.) EDN: CEIYLX
7. Umnov VV, Snishchuk VP. Cervical dorsal selective rhizotomy: the potentialities and limitations in case of its application for treatment of spastic paresis of upper extremities in children. *Nejrohirurgija*. 2009;(1):45–48. (In Russ.) EDN: KGBPMZ
8. Leclercq C. Selective neurectomy for the spastic upper extremity. *Hand Clin*. 2018;34(4):537–545. doi: 10.1016/j.hcl.2018.06.010.
9. Dekopov AV, Shabalov VA, Tomskii AA, et al. Microsurgical selective neurotomy in treatment of the focal spastic syndromes of the different etiology. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2013;77(2):65–72. EDN: QBSNIX
10. Merckx L, Poncelet F, De Houwer H, et al. Upper-extremity spasticity and functionality after selective dorsal rhizotomy for cerebral palsy: a systematic review. *J Neurosurg Pediatr*. 2023;32(6):673–685. doi: 10.3171/2023.7.PEDS22526
11. Stoffel A. Treatment of spastic contractures. *Am J Orthop Surg*. 1913;2-10(4):611–614.
12. Brunelli G, Brunelli F. Partial selective denervation in spastic palsies (hyponeurotization). *Microsurgery*. 1983;4(4):221–224. doi: 10.1002/micr.1920040404
13. Leclercq C, Gras M. Hyperselective neurectomy in the treatment of the spastic upper limb. *Phys Med Rehabil Int*. 2016;3(1):1075.
14. Novikov VA, Umnov VV, Zharkov DS, et al. Prognostic efficiency of diagnostic blockade as a method of modeling the result of selective neurotomy of the motor branches of the musculocutaneous nerve in patients with cerebral palsy. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2023;11(3):327–336. EDN: WXJDLT doi: 10.17816/PTORS465738
15. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(7):549–554. doi: 10.1017/S0012162206001162
16. House JH, Gwathmey FW, Fidler MO. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(2):216–225.
17. Leclercq C, Perruisseau-Carrier A, Gras M, et al. Hyperselective neurectomy for the treatment of upper limb spasticity in adults and children: a prospective study. *J Hand Surg (Eur Vol)*. 2021;46(7):708–716. doi: 10.1177/17531934211027499
18. Yu A, Shen Y, Qiu Y, et al. Hyperselective neurectomy in the treatment of elbow and wrist spasticity: an anatomical study and incision design. *Br J Neurosurg*. 2024;38(2):225–230. doi: 10.1080/02688697.2020.1823939
19. Thomas SP, Addison AP, Curry DJ. Surgical tone reduction in cerebral palsy. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2020;31(1):91–105. doi: 10.1016/j.pmr.2019.09.008
20. Hurth H, Morgalla M, Heinzl J, et al. Chirurgische Verfahren zur Therapie von Spastik [Surgical procedures for treatment of spasticity]. *Nervenarzt*. 2023;94(12):1116–1122. doi: 10.1007/s00115-023-01568-3
21. Dekopov AV, Tomsky AA, Isagulyan ED. Methods and results of neurosurgical treatment of cerebral palsy. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2023;87(3):106–112. EDN: AQRXWX doi: 10.17116/neiro202387031106
22. Rhee PC. Surgical management of the spastic forearm, wrist, and hand: evidence-based treatment recommendations: a critical analysis review. *JBJS Rev*. 2019;7(7):e5. doi: 10.2106/JBJS.RVW.18.00172
23. Enslin JMN, Fieggen AG. Surgical management of spasticity. *S Afr Med J*. 2016;106(8):753–756. doi: 10.7196/SAMJ.2016.v106i8.11225

ОБ АВТОРАХ

* **Владимир Александрович Новиков**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург, Пушкин,
ул. Парковая, д. 64–68;
ORCID: 0000-0002-3754-4090;
eLibrary SPIN: 2773-1027;
e-mail: novikov.turner@gmail.com

Валерий Владимирович Умнов, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0002-5721-8575;
eLibrary SPIN: 6824-5853;
e-mail: umnovvv@gmail.com

AUTHOR INFORMATION

* **Vladimir A. Novikov**, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);
address: 64–68 Parkovaya str.,
Pushkin, Saint Petersburg, 196603, Russia;
ORCID: 0000-0002-3754-4090;
eLibrary SPIN: 2773-1027;
e-mail: novikov.turner@gmail.com

Valery V. Umnov, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-5721-8575;
eLibrary SPIN: 6824-5853;
e-mail: umnovvv@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Дмитрий Сергеевич Жарков;
ORCID: 0000-0002-8027-1593;
e-mail: striker5621@gmail.com

Ольга Викторовна Барлова, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-0184-135X;
e-mail: barlovaolga@gmail.com

Алина Романовна Мустафаева, аспирант;
ORCID: 0009-0003-4108-7317;
e-mail: alina.mys23@yandex.ru

Сергей Валентинович Виссарионов, д-р мед. наук,
профессор, чл.-корр. РАН;
ORCID: 0000-0003-4235-5048;
eLibrary SPIN: 7125-4930;
e-mail: vissarionovs@gmail.com

Dmitriy S. Zharkov, MD;
ORCID: 0000-0002-8027-1593;
e-mail: striker5621@gmail.com

Olga V. Barlova, MD, PhD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-0184-135X;
e-mail: barlovaolga@gmail.com

Alina R. Mustafaeva, MD, PhD student;
ORCID: 0009-0003-4108-7317;
e-mail: alina.mys23@yandex.ru

Sergei V. Vissarionov, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.),
Professor, Corresponding Member of RAS;
ORCID: 0000-0003-4235-5048;
eLibrary SPIN: 7125-4930;
e-mail: vissarionovs@gmail.com