

Современные тенденции в реабилитации пациентов со спастическим парезом при очаговом поражении головного мозга

Л.В. Крылова¹, ORCID: 0000-0002-2877-3094, krylova-larisa@bk.ru

Д.Р. Хасанова^{2✉}, ORCID: 0000-0002-8825-2346, dhasanova@mail.ru

Н.В. Агафонова³, ORCID: 0000-0003-3351-7770, Agafonova_nataly@list.ru

¹ Госпиталь для ветеранов войн г. Набережные Челны; 423803, Россия, Набережные Челны, набережная Тукая, д. 39

² Казанский государственный медицинский университет; 420012, Россия, Казань, ул. Бутлерова, д. 49

³ Межрегиональный клинико-диагностический центр; 420101, Россия, Казань, ул. Карбышева, д. 12а

Резюме

Спастика является одним из наиболее частых двигательных нарушений, и ее развитие связано с такими поражениями центральной нервной системы (ЦНС), как инсульт, рассеянный склероз, церебральный паралич, черепно-мозговая и спинальная травмы, опухоли ЦНС, нейродегенеративные заболевания. Постинсультная спастичность развивается примерно у 40% пациентов, тяжелую и инвалидизирующую спастичность имеют около 15% пациентов. Согласно статистическим данным, после черепно-мозговых травм примерно у 75% пациентов развивается спастичность, при этом половине из них требуется лечение. Спастичность ухудшает ходьбу, затрудняет гигиену, одевание, затрудняет реабилитационные мероприятия, снижает качество жизни пациента и членов его семьи. В последние годы это двигательное нарушение активно изучается, появились новые сведения о патофизиологии спастического пареза и обнадеживающие данные по улучшению функции у пациентов, получающих в рамках мультидисциплинарной реабилитации инъекции ботулотоксина.

В статье представлены данные последних систематических обзоров по эффективности различных реабилитационных технологий для лечения спастичности, в т. ч. с применением ботулинического токсина типа А.

Применение ботулинического нейротоксина для лечения спастического пареза верхней и нижней конечностей является предпочтительным методом комплексной мультидисциплинарной реабилитации пациентов со спастичностью и имеет наивысший уровень доказательности.

В настоящее время не вызывает сомнений, что ботулотоксин должен применяться как можно раньше у пациентов с формирующимся патологическим двигательным паттерном, что может способствовать его изменению и сохранению длины мышцы. Но остается открытым вопрос, какая реабилитационная технология наиболее эффективна для усиления и пролонгации действия ботулинического нейротоксина. На сегодняшний день на него нет однозначного ответа.

Ключевые слова: спастичность, очаговое поражение головного мозга, ботулотоксин, реабилитация, патологический двигательный паттерн, верхняя конечность, нижняя конечность

Для цитирования: Крылова Л.В., Хасанова Д.Р., Агафонова Н.В. Современные тенденции в реабилитации пациентов со спастическим парезом при очаговом поражении головного мозга. *Медицинский совет.* 2021;(10):101-107. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-10-101-107>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Current trends in the rehabilitation of patients with spastic paresis with focal brain damage

Larisa V. Krylova¹, ORCID: 0000-0002-2877-3094, krylova-larisa@bk.ru

Dina R. Khasanova^{2✉}, ORCID: 0000-0002-8825-2346, dhasanova@mail.ru

Nataly V. Agafonova³, ORCID: 0000-0003-3351-7770, Agafonova_nataly@list.ru

¹ Hospital of War Veterans, Naberezhnye Chelny; 39, Tukay Emb., Naberezhnye Chelny, 423803, Russia

² Kazan State Medical University; 49, Butlerov St., Kazan, 420012, Russia

³ Interregional Clinical and Diagnostic Center; 12a, Karbyshev St., Kazan, 420101, Russia

Abstract

Spasticity is one of the most frequent movement disorders and its development is associated with such CNS lesions as stroke, multiple sclerosis, cerebral palsy, craniocerebral and spinal injuries, CNS tumors, neurodegenerative diseases. Post-stroke spasticity develops in about 40% of patients, and about 15% of patients have severe and disabling spasticity. According to statistics, after TBI, about 75% of patients develop spasticity, and half of them require treatment.

Spasticity worsens walking, complicates hygiene, dressing, complicates rehabilitation measures, and reduces the quality of life of patients and his family members. In recent years, this movement disorder has been actively studied, new data have appeared on the pathophysiology of spastic paresis and encouraging data on improving function in patients receiving botulinum toxin injections as part of multidisciplinary rehabilitation.

The article presents data from the latest systematic reviews on the effectiveness of various rehabilitation technologies for the treatment of spasticity.

The use of botulinum neurotoxin for the treatment of spastic paresis of the upper and lower extremities is the preferred method of complex multidisciplinary rehabilitation of patients with spasticity and has the highest level of evidence.

Currently, there is no doubt that botulinum toxin should be used as early as possible in patients with an emerging pathological movement pattern, which can contribute to pattern change and muscle length maintenance. But the question remains: which rehabilitation technology is most effective for enhancing and prolonging the action of botulinum neurotoxin. To date, there is no clear answer to this question.

Key words: spasticity, focal brain damage, botulinum toxin, rehabilitation, pathological movement pattern, upper limb, lower limb

For citation: Krylova L.V., Khasanova D.R., Agafonova N.V. Current trends in the rehabilitation of patients with spastic paresis with focal brain damage. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2021;(10):101-107. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-10-101-107>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Спастичность является одним из наиболее частых двигательных нарушений, и ее развитие связано с такими поражениями центральной нервной системы (ЦНС), как инсульт, рассеянный склероз, церебральный паралич, черепно-мозговая и спинальная травмы, опухоли ЦНС, нейродегенеративные заболевания [1–3].

Постинсультная спастичность развивается примерно у 40% пациентов, тяжелую и инвалидизирующую спастичность имеют около 15% пациентов [4, 5]. Примерно у одной трети пациентов с рассеянным склерозом наблюдается минимальная спастичность, в то же время 30% имеют умеренную или тяжелую спастичность, а у 4% развивается генерализованная форма, которая препятствует повседневной активности [6, 7]. Согласно статистическим данным, после черепно-мозговой травмы примерно у 75% пациентов развивается спастичность, при этом половине из них требуется лечение [8].

На сегодняшний день спастичность определяется как нарушение сенсомоторного контроля, возникающее в результате поражения верхнего мотонейрона и проявляющееся в перемежающейся или длительной непроизвольной активации мышц [9]. Спастичность – это один из компонентов синдрома верхнего мотонейрона (ВМН). Пациенты со спастическим гемипарезом могут иметь и другие симптомы ВМН, такие как клонусы, симптом Бабинского, гиперрефлексию, дистонию, ассоциированные реакции, парез, синкинезии [10, 11].

У пациентов со спастичностью изменяется поза, нарушается мелкая моторика, движения могут быть внезапными и малоуправляемыми, могут выпадать содружественные движения, что ведет к нарушению баланса, равновесия и повышает риск падений. Спастичность ухудшает ходьбу, затрудняет гигиену, одевание, сексуальную активность, снижает настроение, самооценку и мотивацию. У пациентов со спастичностью усиливаются депрессия и боль, значительно снижается качество жизни [12]. Уменьшение сократительной способности мышц приводит к изменениям мягких тканей, развитию фиброза и контрактуры [4]. Нарушение двигательной активности

значительно увеличивает нагрузку на ухаживающих лиц и семью, ухудшая их физическое и эмоциональное здоровье [5, 13].

ПАТОФИЗИОЛОГИЯ СПАСТИЧНОСТИ

В патофизиологии спастического пареза существуют два взаимосвязанных механизма:

1. Спинальный механизм, связанный с изменениями функционирования спинальных нейронов и двигательных подсистем. Происходит пресинаптическое растормаживание ГАМК-ергических IА-терминалей, уменьшение глицинергического реципрокного торможения, гипервозбудимость α -мотонейронов, снижение возбудимости IВ-интернейронов, дезорганизация постсинаптического глицинергического ингибирования [14, 15].

2. Супраспинальный и супрасегментарный механизмы. Изолированное поражение пирамидного тракта вызывает парез, гипотонию и гипорефлексию. Для развития спастичности необходимо вовлечение в патологический процесс премоторной и дополнительной моторной зоны коры головного мозга. Их волокна формируют вместе с пирамидными волокнами кортикорекуллярный тракт, а ретикулярная формация является мощным тормозным центром для регулирования рефлекса растяжения. Важная роль в формировании спастичности принадлежит дорсальному ретикулоспинальному тракту, который обеспечивает ингибиторное влияние на спинальный рефлекс растяжения [14, 15].

Кроме того, важную роль в развитии спастичности имеют изменения физиологических свойств самой мышцы. Иммобилизация паретичной конечности приводит к развитию спастической миопатии, т. е. происходят уменьшение длины саркомера, атрофия мышечного волокна, изменения во внеклеточном матриксе [16, 17].

Таким образом, развитие спастического пареза является следствием целого комплекса сложных изменений в соматосенсорной и двигательной системах, и основной причиной формирования спастичности является дисбаланс супраспинального контроля и гиперактивности афферентов.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ И КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАЦИЕНТОВ СО СПАСТИЧНОСТЬЮ

При центральном гемипарезе значительное повышение тонуса наблюдается в антигравитационных мышцах: сгибателях верхней конечности и разгибателях нижней конечности.

Основные паттерны спастичности руки хорошо известны: приведение и внутренняя ротация плеча, сгибание руки в локтевом суставе, пронация предплечья, сгибание кисти в лучезапястном суставе, сжатый кулак, согнутые пальцы и один палец в кулаке [18]. Основными клиническими паттернами спастичности нижней конечности являются: приведение бедра, сгибание колена, разгибание колена, эквиноварусная деформация стопы, подошвенное сгибание стопы, стриарный палец, сгибание пальцев [19].

Вариантов спастичности верхней конечности гораздо больше, и их формирование зависит от топики поражения головного мозга. Так, при геморрагическом инсульте часто наблюдаются разгибательные паттерны и спастическая дистония. Последняя представляет собой спонтанную гиперактивность в покое, которая деформирует суставы и положение тела, являясь основной причиной социальной дезадаптации [20].

Клиническая оценка пациента со спастичностью должна проводиться не только с целью выявления заинтересованных мышц, но также с учетом сопутствующего неврологического дефицита, влияния существующей спастичности на повседневную жизнь пациента и его семьи. Это важно для составления индивидуальной реабилитационной программы. Необходимо оценить объем пассивных и активных движений конечности, мышечную силу, провести гониометрию активно и пассивно, интенсивность боли в покое и при движении, общее состояние пациента, наличие сопутствующей патологии: запоров, пролежней, уроинфекции, так как это может усиливать спастичность.

Для оценки мышечного тонуса традиционно применяется модифицированная шкала Эшворта, которая была разработана в 1964 г. и модифицирована R.W. Bohannon и M.B. Smith в 1987 г. (Modified Ashworth Scale – MAS) [21, 22]. Но данная шкала не позволяет отличить спастичность от мышечной ригидности. Об истинной спастичности можно судить, используя шкалу Тардье, которая была разработана в 1954 г. и модифицирована в 1999 г. R. N. Boyd и H.K. Graham (Modified Tardieu Scale – MTS). Шкала Тардье рассчитана на каждую группу мышц и позволяет оценить угол спастичности как разницу между пассивным диапазоном движения, измеряемым во время медленного растяжения, и пассивным быстрым растяжением. Полученный угол и является истинной спастичностью. Большая и маленькая разницы углов идентифицируют спастичность и мышечную ригидность. Качество мышечной реакции при быстром пассивном растяжении также оценивается от 0 до 4 баллов [23–25].

Для оценки интенсивности боли в паретичной конечности можно использовать визуальную аналоговую шкалу

боли (ВАШ) [26]. Степень функциональной независимости, повседневной активности и инвалидизации оценивается по данным шкалы Бартел (Barthel Index), FIM, шкалы Рэнкина (Rankin Scale) [27, 28]. Оценку функциональной активности кисти можно провести с помощью теста с 9 кольшками (Nine Hole Peg Test), теста Френчай (Frenchay Arm Test), шкалы уровня активности руки (ARM) [29, 30]. Функцию нижней конечности можно оценить, определяя скорость ходьбы с помощью 10-метрового теста и измерения ширины шага [31]. Также на сегодняшний день возможна и информативна видеооценка ходьбы пациента для анализа паттерна спастичности в динамике.

Важное значение в лечении пациентов со спастичностью имеет постановка цели с использованием шкалы GAS (Goal Assessment Scale). Это пятибалльная шкала, по которой оценивается каждая цель. Цели должны быть реалистичные и задаваться совместно пациентом, членами семьи и врачом [32].

Ведение пациентов со спастичностью требует проведения комплекса реабилитационных мероприятий мультидисциплинарной командой специалистов совместно с пациентом и членами его семьи.

С января 2021 г. вступил в силу новый «Порядок организации медицинской реабилитации». Диагноз должен формулироваться не только по МКБ-10, но и с использованием Международной классификации функционирования (ICF), что позволит оценить структуры, функции, активность и участие пациента с учетом средовых факторов и направить реабилитационный процесс на достижение пациентом максимальной независимости и общественной активности [33].

РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ СО СПАСТИЧЕСКИМ ПАРЕЗОМ

Планируя реабилитационные мероприятия пациенту со спастическим парезом, необходимо обратить внимание на потенциальные ноцицептивные провоцирующие факторы, такие как пролежни, инфекцию мочевыводящих путей и образование камней, запоры, геморрой, трещины или вросшие ногти. Устранение провоцирующих факторов может уменьшить мышечную гиперактивность [34].

В структуру комплекса реабилитационных мероприятий входят: медикаментозное лечение, лечебная физкультура, механотерапия, рефлексотерапия, различные физиотерапевтические технологии, эрготерапия, когнитивный тренинг, занятия с психологом.

Для успешного лечения спастичности необходимо применение методов реабилитации с доказанным уровнем эффективности. На сегодняшний день представлено небольшое количество Кокрейновских обзоров по лечению спастичности, но имеется достаточное число систематических обзоров с анализом основных реабилитационных технологий.

Так, в Кокрейновском обзоре по медикаментозному лечению спастичности было выявлено отсутствие иссле-

дований и доказательств, касающихся фармакологических вмешательств (за исключением ботулотоксина) для лечения спастичности. Были представлены однозначные доказательства, что прием системных спазмолитиков может приводить к повышенному риску нежелательных явлений [35].

В 2019 г. был представлен Кокрейновский обзор, в котором проанализировали девять рандомизированных исследований с использованием различных реабилитационных технологий, применяемых для лечения спастичности у пациентов, перенесших черепно-мозговую травму. Во включенных исследованиях не было показано влияния реабилитационных методов на уменьшение боли при спастичности, на самообслуживание и качество жизни, не было получено убедительных данных о преимуществе динамических ортезов для снижения спастичности и увеличения объема движений в сравнении с применением обычных ортезов. Было также показано, что физиотерапия оказывает такое же влияние на спастичность, как гипсование или гипсование после ботулинотерапии. Одним из выводов обзора явилось то, что эффективнее плацебо ботулотоксин снижает спастичность через 4 нед. и баклофен – тонус через 6 ч [36].

В метаанализе J.E. Harris и J.J. Eugendrand показали, что силовые тренировки безопасны и эффективны, не оказывают негативного влияния на мышечный тонус, способствуют повышению мышечной силы и не усиливают боль [37].

Влияние чрескожной электростимуляции (ЧЭНС) на спастичность, равновесие и скорость ходьбы было проанализировано S. Lin et al. в систематическом обзоре. Было показано, что ЧЭНС достоверно уменьшает спастичность, способствует увеличению скорости ходьбы, улучшает статическое равновесие, но не оказывает влияния на динамическое равновесие [38]. Позитивное влияние ЧЭНС на спастичность было также показано в систематическом обзоре M. Amreen et al.: ЧЭНС в качестве дополнительной реабилитационной технологии эффективна для снижения спастичности при применении более 30 мин в день у пациентов в позднем восстановительном периоде инсульта [39].

В последние годы все больше убедительных данных по применению ударно-волновой терапии для лечения спастичности. В систематическом обзоре J. Xiang et al. показали, что ударно-волновая терапия достоверно снижает спастичность, является безопасным и эффективным неинвазивным методом лечения, влияет на выработку оксида азота, который участвует в нейротрансмиссии, синаптической пластичности в ЦНС и уменьшает явления фиброза в мышце [40].

В систематическом обзоре A. McIntyre et al. по использованию транскраниальной магнитной стимуляции для лечения спастичности было показано, что в настоящее время имеются умеренные данные об эффективности данной реабилитационной технологии по снижению спастичности [41].

Y. Cai et al. показали эффективность электропунктуры в сочетании с обычными реабилитационными технологиями для снижения спастичности в верхней и нижней конечностях, улучшения двигательной функции и повседневной активности. Но необходимы дальнейшие исследования для определения оптимального протокола данной технологии для лечения спастического пареза [42].

Систематический обзор A.P. Salazar et al. по эффективности статического растяжения при спастичности верхней конечности показал низкое качество доказательств того, что статическое растяжение с позиционными ортезами эффективно для снижения спастичности по сравнению с отсутствием терапии у лиц в позднем восстановительном периоде после инсульта. Кроме того, были выявлены доказательства низкого качества того, что статическое растяжение в сочетании с традиционной физиотерапией не лучше, чем обычная физиотерапия для предотвращения потери подвижности верхней конечности у пациентов, перенесших инсульт [43].

В 2018 г. были представлены Австрийские рекомендации по нейрореабилитации после инсульта. Для пациентов со спастичностью уровень доказательности IIIС имеют такие реабилитационные технологии, как ортезирование, гипсование, позиционирование, растяжение, активные и пассивные тренировки. Наивысший уровень доказательности IA для лечения спастичности имеет ботулинический нейротоксин типа А [44].

БОТУЛИНИЧЕСКИЙ ТОКСИН ТИПА А В ЛЕЧЕНИИ СПАСТИЧЕСКОГО ПАРЕЗА

В 1989 г. произошло первое применение ботулотоксина для лечения спастичности. Пилотные рандомизированные плацебо-контролируемые двойные слепые исследования по оценке эффективности и безопасности ботулотоксина при спастичности у взрослых появились в 1995 и 1996 г.

Ботулотоксин синтезируется бактерией *Clostridium botulinum*. Штаммы бактерии синтезируют семь антигенов различных нейротоксинов, обозначенных А–G. В клинической практике разрешены к использованию два серотипа – А и В. В РФ разрешен к применению ботулинический токсин типа А.

Действие ботулотоксина основано на блокаде нейромышечных синапсов и предотвращения взаимодействия везикул с ацетилхолином с пресинаптической мембраной, вследствие чего блокируется выход ацетилхолина в синаптическую щель [45].

Имеются данные и о центральном механизме действия ботулотоксина. Доказано его действие на центральную и периферическую нейропатическую боль [46, 47]. Это важно для пациентов со спинальной травмой, болевым плечом после инсульта, рассеянным склерозом.

Воздействие ботулотоксина на проявления спастичности создает возможность для трансформации сенсомоторной системы и позволяет переучивать или восстанавливать двигательную функцию конечности [48].

Действие ботулинотерапии при лечении спастичности общепризнано, безопасно и широко применяется. В литературе представлено большое количество исследований, показавших эффективность ботулотоксина при лечении спастичности верхней конечности [18, 49, 50].

В последние годы появилось достаточно много исследований по оценке уровня эффективности и профиля безопасности ботулинического нейротоксина при лечении спастичности нижней конечности [19, 51–53]. Не менее важно, чтобы наряду с улучшением мелкой моторики руки пациент был максимально независим в функции ходьбы и имел хорошую опору стопы, что значительно снизит риск падений и переломов, улучшит баланс и качество жизни.

И если ранее ботулотоксин применяли в позднем восстановительном периоде инсульта, то на сегодняшний день считается, что раннее начало лечения будет способствовать предотвращению укорочения мышцы, фиброзных изменений, формирования контрактур и, таким образом, функциональному улучшению [54, 55].

Наиболее ранние опубликованные исследования по спастичности касались вопроса эффективности и безопасности ботулотоксина в относительно небольших дозах. В настоящее время исследования по лечению спастичности проводятся с большой выборкой пациентов, и вектор науки сместился в сторону изучения влияния ботулотоксина на улучшение активной функции конечности и качество жизни пациента [56].

Так, в исследовании AUL J.M. Gracies et al. с применением аботулотоксина А в отдаленном периоде после очагового поражения головного мозга наряду со снижением мышечного тонуса и спастичности было отмечено также влияние ботулотоксина на улучшение активной функции верхней конечности [57].

А в исследовании ALL с применением аботулотоксина А для лечения спастичности нижней конечности было показано, что повторные инъекции ботулотоксина сопровождаются прогрессивным увеличением скорости

ходьбы [31]. Результаты данного исследования в 2019 г. послужили основой для регистрации нового показания: симптоматическое лечение фокальной спастичности нижних конечностей у взрослых.

В настоящее время появляется все больше исследований с изучением вопроса: какой реабилитационной технологией дополнить инъекции ботулотоксина, чтобы получить наилучший и длительный результат. Пока однозначного ответа на этот вопрос нет. Имеются данные по применению после ботулотоксина электростимуляции, физиотерапии, растяжения, ортезирования, тейпирования, CIMT-терапии [58].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спастичность – важная медико-социальная проблема, которая препятствует функциональному восстановлению пациентов, требует больших финансовых затрат со стороны государства и эмоционально-психологической стойкости пациента и членов его семьи. Реабилитация пациентов со спастическим парезом – длительный процесс, требующий подбора оптимальных комбинаций реабилитационных технологий с учетом индивидуальных особенностей каждого пациента. Ботулинотерапия должна быть одной из технологий продолженной комплексной реабилитации в руках специалиста по физической и реабилитационной медицине. Принятие решения о применении ботулотоксина должно проводиться в обсуждении мультидисциплинарной реабилитационной команды при постановке целей и задач этапной реабилитации, формировании реабилитационных программ с выбором мышечных мишеней с учетом характера двигательного паттерна, дозы препарата и комбинативности с другими реабилитационными методами, а также с учетом возможности самореабилитации.



Поступила / Received 24.05.2021

Поступила после рецензирования / Revised 19.06.2021

Принята в печать / Accepted 24.06.2021

Список литературы / References

- Doan Q.V., Brashear A., Gillard P.J., Varon S.F., Vandenberg A.M., Turkel C.C., Elovic E.P. Relationship between Disability and Health-Related Quality of Life and Caregiver Burden in Patients with Upper Limb Poststroke Spasticity. *PM R*. 2012;4(1):4–10. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2011.10.001>.
- Martin A., Abogunrin S., Kurth H., Dinat J. Epidemiological, Humanistic, and Economic Burden of Illness of Lower Limb Spasticity in Adults: A Systematic Review. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2014;10:111–122. <https://doi.org/10.2147/NDT.S53913>.
- Hobart J.C., Riazi A., Thompson A.J., Styles I.M., Ingram W., Vickery P.J. et al. Getting the Measure of Spasticity in Multiple Sclerosis: the Multiple Sclerosis Spasticity Scale (MSSS-88). *Brain*. 2006;129(Pt 1):224–234. <https://doi.org/10.1093/brain/awh675>.
- Wissel J., Manack A., Brainin M. Toward an Epidemiology of Poststroke Spasticity. *Neurology*. 2013;80(3 Suppl 2):S13–S19. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182762448>.
- Zorowitz R.D., Gillard P.J., Brainin M. Poststroke Spasticity: Sequelae and Burden on Stroke Survivors and Caregivers. *Neurology*. 2013;80(3 Suppl 2):S45–S52. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182764c86>.
- Rizzo M.A., Hadjimichael O.C., Preiningerova J., Vollmer T.L. Prevalence and Treatment of Spasticity Reported by Multiple Sclerosis Patients. *Mult Scler*. 2004;10(5):589–595. <https://doi.org/10.1191/1352458504ms1085oa>.
- Buhse M. Assessment of Caregiver Burden in Families of Persons with Multiple Sclerosis. *J Neurosci Nurs*. 2008;40(1):25–31. <https://doi.org/10.1097/01376517-200802000-00005>.
- Adams M.M., Hicks A.L. Spasticity after Spinal Cord Injury. *Spinal Cord*. 2005;43(10):577–586. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101757>.
- Pandyan A.D., Gregoric M., Barnes M.P., Wood D., Van Wijk F., Burridge J. et al. Spasticity: Clinical Perceptions, Neurological Realities and Meaningful Measurement. *Disabil Rehabil*. 2005;27(1–2):2–6. <https://doi.org/10.1080/09638280400014576>.
- Kheder A., Nair K.P. Spasticity: Pathophysiology, Evaluation and Management. *Pract Neurol*. 2012;12(5):289–298. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2011-000155>.
- Mayer N.H., Esquenazi A. Muscle Overactivity and Movement Dysfunction in the Upper Motoneuron Syndrome. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2003;14(4):855–883. [https://doi.org/10.1016/s1047-9651\(03\)00093-7](https://doi.org/10.1016/s1047-9651(03)00093-7).
- Thompson A.J., Jarrett L., Lockley L., Marsden J., Stevenson V.L. Clinical Management of Spasticity. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76(4):459–463. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.035972>.
- Бойко А.Н., Лащ Н.Ю., Батышева Т.Т. Повышение мышечного тонуса: этиология, патогенез, коррекция. *Справочник поликлинического врача*. 2004;1(1):28–30. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26687715&>.

- Boyko A.N., Lasch N.Yu., Batysheva T.T. Increased Muscle Tone: Etiology, Pathogenesis, Correction. *Spravochnik poliklinicheskogo vracha = Outpatient Doctor's Reference Book*. 2004;(1):28–30. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26687715> &.
14. Trompetto C., Marinelli L., Mori L., Pelosin E., Currà A., Molitetta L., Abbruzzese G. Pathophysiology of Spasticity: Implications for Neurorehabilitation. *Biomed Res Int*. 2014;354906. <https://doi.org/10.1155/2014/354906>.
15. Mukherjee A., Chakravarty A. Spasticity Mechanisms – for the Clinician. *Front Neurol*. 2010;1:149. <https://doi.org/10.3389/fneur.2010.00149>.
16. Gracies J.M. Pathophysiology of Spastic Paresis. I: Paresis and Soft Tissue Changes. *Muscle Nerve*. 2005;31(5):535–551. <https://doi.org/10.1002/mus.20284>.
17. De Bruin M., Smeulders M.J., Kreulen M., Huijling P.A., Jaspers R.T. Intramuscular Connective Tissue Differences in Spastic and Control Muscle: A Mechanical and Histological Study. *PLoS One*. 2014;9(6):e101038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101038>.
18. Simpson D.M., Patel A.T., Alfaro A., Ayyoub Z., Charles D., Dashtipour K. et al. OnabotulinumtoxinA Injection for Poststroke Upper-Limb Spasticity: Guidance for Early Injectors From a Delphi Panel Process. *PM R*. 2017;9(2):136–148. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.06.016>.
19. Esquenazi A., Alfaro A., Ayyoub Z., Charles D., Dashtipour K., Graham G.D. et al. OnabotulinumtoxinA for Lower Limb Spasticity: Guidance From a Delphi Panel Approach. *PM R*. 2017;9(10):960–968. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.02.014>.
20. Yelnik A.P., Simon O., Parratte B., Gracies J.M. How to Clinically Assess and Treat Muscle Overactivity in Spastic Paresis. *J Rehabil Med*. 2010;42(9):801–807. <https://doi.org/10.2340/16501977-0613>.
21. Ashworth B. Preliminary Trial of Carisoprodol in Multiple Sclerosis. *Practitioner*. 1964;192:540–542. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14143329/>.
22. Bohannon R.W., Smith M.B. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. *Phys Ther*. 1987;67(2):206–207. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206>.
23. Tardieu G., Shentoub S., Delarue R. Research on a Technic for Measurement of Spasticity. *Rev Neurol (Paris)*. 1954;91(2):143–144. (In French) Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14358132/>.
24. Morris S. Ashworth and Tardieu Scale: Their Clinical Relevance for Measuring Spasticity in Adult and Pediatric Neurological Populations. *Phys Ther Rev*. 2002;7(1):53–62. <https://doi.org/10.1179/108331902125001770>.
25. Haugh A.B., Pandyan A.D., Johnson G.R. A Systematic Review of the Tardieu Scale for the Measurement of Spasticity. *Disabil Rehabil*. 2006;28(15):899–907. <https://doi.org/10.1080/09638280500404305>.
26. Scott J., Huskisson E.C. Graphic Representation of Pain. *Pain*. 1976;2(2):175–184. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1026900/>.
27. Ozcakir S., Sivrioglu K. Botulinum Toxin in Poststroke Spasticity. *Clin Med Res*. 2007;5(2):132–138. <https://doi.org/10.3121/cmr.2007.716>.
28. Van Swieten J.C., Koudstaal P.J., Visser M.C., Schouten H.J., van Gijn J. Interobserver Agreement for the Assessment of Handicap in Stroke Patients. *Stroke*. 1988;19(5):604–607. <https://doi.org/10.1161/01.str.19.5.604>.
29. Oxford Grice K., Vogel K.A., Le V., Mitchell A., Muniz S., Vollmer M.A. Adult Norms for a Commercially Available Nine Hole Peg Test for Finger Dexterity. *Am J Occup Ther*. 2003;57(5):570–573. <https://doi.org/10.5014/ajot.57.5.570>.
30. Wallace J.D. Summary of Combined Clinical Analysis of Controlled Clinical Trials with Tizanidine. *Neurology*. 1994;44(11 Suppl 9):S60–S68. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7970013/>.
31. Gracies J.M., Esquenazi A., Brashear A., Banach M., Kocer S., Jech R. et al. Efficacy and Safety of AbobotulinumtoxinA in Spastic Lower Limb: Randomized Trial and Extension. *Neurology*. 2017;89(22):2245–2253. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004687>.
32. Turner-Stokes L., Baguley I.J., De Graaff S., Katrak P., Davies L., McCrory P., Hughes A. Goal Attainment Scaling in the Evaluation of Treatment of Upper Limb Spasticity with Botulinum Toxin: A Secondary Analysis from a Double-Blind Placebo-Controlled Randomized Clinical Trial. *J Rehabil Med*. 2010;42(1):81–89. <https://doi.org/10.2340/16501977-0474>.
33. Одинак М.М., Литвиненко И.В. (ред.). *Нервные болезни*. СПб.: СпецЛит; 2020. 575 с. Режим доступа: <https://speclit.ru/image/catalog/978-5-299-01025-1/978-5-299-01025-1.pdf>.
34. Одинак М.М., Литвиненко И.В. (eds.). *Nervous Diseases*. St Petersburg: SpetsLit; 2020. 575 p. (In Russ.) Available at: <https://speclit.ru/image/catalog/978-5-299-01025-1/978-5-299-01025-1.pdf>.
35. Yelnik A.P., Simon O., Parratte B., Gracies J.M. How to Clinically Assess and Treat Muscle Overactivity in Spastic Paresis. *J Rehabil Med*. 2010;42(9):801–807. <https://doi.org/10.2340/16501977-0613>.
36. Lindsay C., Kouzouna A., Simcox C., Pandyan A.D. Pharmacological Interventions Other Than Botulinum Toxin for Spasticity after Stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;10(10):CD010362. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27711973/>.
37. Harris J.E., Eng J.J. Strength Training Improves Upper-Limb Function in Individuals with Stroke: A Meta-Analysis. *Stroke*. 2010;41(1):136–140. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.567438>.
38. Lin S., Sun Q., Wang H., Xie G. Influence of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Spasticity, Balance, and Walking Speed in Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Rehabil Med*. 2018;50(1):3–7. <https://doi.org/10.2340/16501977-2266>.
39. Mahmood A., Veluswamy S.K., Hombali A., Mullick A., N M., Solomon J.M. Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Spasticity in Adults with Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019;100(4):751–768. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.10.016>.
40. Xiang J., Wang W., Jiang W., Qian Q. Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Spasticity in Post-Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Rehabil Med*. 2018;50(10):852–859. <https://doi.org/10.2340/16501977-2385>.
41. McIntyre A., Mirkowski M., Thompson S., Burhan A.M., Miller T., Teasell R. A Systematic Review and Meta-Analysis on the Use of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Spasticity Poststroke. *PM R*. 2018;10(3):293–302. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.10.001>.
42. Cai Y., Zhang C.S., Liu S., Wen Z., Zhang A.L., Guo X. et al. Electroacupuncture for Poststroke Spasticity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(12):2578.e4–2589.e4. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.03.023>.
43. Salazar A.P., Pinto C., Ruschel Mossi J.V., Figueiro B., Lukrafka J.L., Pagnussat A.S. Effectiveness of Static Stretching Positioning on Post-Stroke Upper-Limb Spasticity and Mobility: Systematic Review with Meta-Analysis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2019;62(4):274–282. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.11.004>.
44. Austrian Guideline of Neurorehabilitation after Stroke. *Neurologisch*. 2018;35. Available at: https://www.xn--gsf-rna.at/wp-content/uploads/2016/11/Positionspapier-2018_OEGSF_neurologisch.pdf.
45. Dolly J.O., Aoki K.R. The Structure and Mode of Action of Different Botulinum Toxins. *Eur J Neurol*. 2006;13(Suppl 4):1–9. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2006.01648.x>.
46. Park J., Chung M.E. Botulinum Toxin for Central Neuropathic Pain. *Toxins (Basel)*. 2018;10(6):224. <https://doi.org/10.3390/toxins10060224>.
47. Park J., Park H.J. Botulinum Toxin for the Treatment of Neuropathic Pain. *Toxins (Basel)*. 2017;9(9):260. <https://doi.org/10.3390/toxins9090260>.
48. Li S. Spasticity, Motor Recovery, and Neural Plasticity after Stroke. *Front Neurol*. 2017;8:120. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00120>.
49. Turkel C.C., Bowen B., Liu J., Brin M.F. Pooled Analysis of the Safety of Botulinum Toxin Type A in the Treatment of Poststroke Spasticity. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(6):786–792. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.02.015>.
50. Jia S., Liu Y., Shen L., Liang X., Xu X., Wei Y. Botulinum Toxin Type A for Upper Limb Spasticity in Poststroke Patients: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020;29(6):104682. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104682>.
51. Olver J., Esquenazi A., Fung V.S., Singer B.J., Ward A.B. Botulinum Toxin Assessment, Intervention and Aftercare for Lower Limb Disorders of Movement and Muscle Tone in Adults: International Consensus Statement. *Eur J Neurol*. 2015;17(2 Suppl):57–73. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2010.03128.x>.
52. Gupta A.D., Chu W.H., Howell S., Chakraborty S., Koblar S., Visvanathan R. et al. A Systematic Review: Efficacy of Botulinum Toxin in Walking and Quality of Life in Post-Stroke Lower Limb Spasticity. *Syst Rev*. 2018;7(1):1. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0670-9>.
53. Sun L.C., Chen R., Fu C., Chen Y., Wu Q., Chen R. et al. Efficacy and Safety of Botulinum Toxin Type A for Limb Spasticity after Stroke: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Biomed Res Int*. 2019;8329306. <https://doi.org/10.1155/2019/8329306>.
54. Rosales R.L., Kong K.H., Goh K.J., Kumthornthip W., Mok V.C., Delgado-De Los Santos M.M. et al. Botulinum Toxin Injection for Hypertonicity of the Upper Extremity within 12 Weeks after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012;26(7):812–821. <https://doi.org/10.1177/1545968311430824>.
55. Rosales R.L., Efendy F., Teleg E.S., Delos Santos M.M., Rosales M.C., Ostrea M. et al. Botulinum Toxin as Early Intervention for Spasticity after Stroke or Non-Progressive Brain Lesion: A Meta-Analysis. *J Neurol Sci*. 2016;371:6–14. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2016.10.005>.
56. Tao W., Yan D., Li J.H., Shi Z.H. Gait Improvement by Low-Dose Botulinum Toxin A Injection Treatment of the Lower Limbs in Subacute Stroke Patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(3):759–762. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.759>.
57. Gracies J.M., O'Dell M., Vecchio M., Hedera P., Kocer S., Rudzinska-Bar M. et al. Effects of Repeated AbobotulinumtoxinA Injections in Upper Limb Spasticity. *Muscle Nerve*. 2018;57(2):245–254. <https://doi.org/10.1002/mus.25721>.
58. Mills P.B., Finlayson H., Sudol M., O'Connor R. Systematic Review of Adjunct Therapies to Improve Outcomes Following Botulinum Toxin Injection for Treatment of Limb Spasticity. *Clin Rehabil*. 2016;30(6):537–548. <https://doi.org/10.1177/0269215515593783>.

Информация об авторах:

Крылова Лариса Владимировна, заведующая отделением медицинской реабилитации пациентов с поражением центральной нервной системы, Госпиталь для ветеранов войн г. Набережные Челны; 423803, Россия, Набережные Челны, набережная Тукая, д. 39; krylova-larisa@bk.ru

Хасанова Дина Рустановна, д.м.н., профессор, профессор кафедры неврологии и нейрохирургии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, Казанский государственный медицинский университет; Россия, Казань, 420012, Россия, Казань, ул. Бутлерова, д. 49; dhasanova@mail.ru

Агафонова Наталья Васильевна, врач-невролог неврологического отделения, Межрегиональный клинико-диагностический центр; 420101, Россия, Казань, ул. Карбышева, д. 12а; Agafonova_nataly@list.ru

Information about the authors:

Larisa V. Krylova, Head of the Department of Medical Rehabilitation of Patients with Central Nervous System Disorders, Hospital of War Veterans, Naberezhnye Chelny; 39, Tukay Emb., Naberezhnye Chelny, 423803, Russia; krylova-larisa@bk.ru

Dina R. Khasanova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Neurology and Neurosurgery, Faculty of Advanced Studies and professional retraining of specialists, Kazan State Medical University; 49, Butlerov St., Kazan, 420012, Russia; dhasanova@mail.ru

Nataly V. Agafonova, Neurologist of the Neurological Department, Interregional Clinical and Diagnostic Center; 12a, Karbyshev St., Kazan, 420101, Russia; Agafonova_nataly@list.ru