

НЕЙРО-ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОРРЕКЦИИ КОНТРАКТУР У БОЛЬНЫХ СПАСТИЧЕСКИМИ ПАРАЛИЧАМИ

В.В. Умнов, В.М. Кенис

ФГУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера Росмедтехнологий»
директор – д.м.н. профессор А.Г. Баиндурашвили
Санкт-Петербург

Целью исследования являлся анализ возможности коррекции локальных контрактур у больных спастическими параличами с помощью комбинированной ортопедо-нейрохирургической методики. Всего оперирован 31 больной (43 сегмента), средний возраст составил 6 лет 8 мес. На 15 сегмента при наличии тонической деформации выполняли селективную невротомию двигательных нервов для снижения мышечного тонуса, в 26 случаях эту операцию дополняли сухожильно-мышечной пластикой с целью устранения имеющейся контрактуры. Применяли клинические методы оценки спастического синдрома, а также данные электронейромиографии интраоперационно и для контроля полученного результата. В среднем через 11 месяцев после операции обследованы 20 пациентов (28 сегментов). Достигнуто снижение тонуса мышц на 57,5%, степени выраженности ахиллова рефлекса – на 100%, коррекция клонуса стопы – в 73% случаев. Изучение данных электромиографии не позволило выявить какую-либо тенденцию в их изменении. Рецидив деформации наступил в 19% сегментов, осложнений не было. Анализ представленного материала позволяет сделать вывод, что при сочетании локальной контрактуры с высоким тонусом соответствующих мышц операцией выбора при неэффективности консервативных методов лечения может являться комбинированная ортопедо-нейрохирургическая методика коррекции имеющихся нарушений.

Ключевые слова: спастический паралич, контрактура, нейрохирургическое лечение.

The objective of the study was the analysis of possibility of correction of contractures in children with spastic cerebral palsy after combined (neurosurgical and orthopedic) treatment. The total amount of patients was 29 (41 segments). Neurosurgical options included selective neurotomies of the branches of tibial nerve in spastic deformities of the feet in all of the patients were treated (41 procedures respectively). Orthopedic options included tenomyoplastic procedures (Achilles tendon lengthening, gastrocnemius aponeurotic lengthening) in 26 of the patients presenting with accompanying fixed contractures. Preoperative and postoperative investigation included clinical assessment (range of passive and active motion, Ashworth scale assessment) and electroneuromyography. The surgical procedure was performed by intraoperative electrostimulating control. The average postoperative follow-up was 11 months, 20 patients (28 segments) were surveyed. Decrease of the muscle tone was recognized in all of the cases, the average rate of diminishing was 57.5%. The clonic reaction of foot was diminished or disappeared in 73% of the cases. Achilles reflex was normalized in all of the patients. Electromyographic data did not reveal any trends. Particular deformation relapse was observed in 19 segments. The analysis of the presented material allows making a conclusion that combined single-event neurosurgical and orthopedic treatment is the method of choice in presence of the high tone and progressive or existing muscular contracture in evidence of inefficiency of conservative treatment in children with cerebral palsy.

Key words: cerebral palsy, contracture, neurosurgical treatment.

Введение

При лечении больных спастическим параличом нередко возникает необходимость в устранении мышечного гипертонуса на уровне отдельных сегментов конечностей. Впервые такая операция была выполнена в 1887 г. [16]. F. Lorenz пересек запирательный нерв для уменьшения спастичности аддукторов бедра. В 1912 г. A. Stoffel [20] на основе этого принципа впервые предложил невротомию большеберцового нерва для лечения спастического эквинуса. В 1972 г. С. Gros [15] усовершенствовал операцию, и её шире стали применять в современной клинике [1 – 6, 8, 11]. Применение невротомий основано на концепции очаговой спастичности, согласно которой все сегменты конечностей имеют различную степень

гипертонуса. Связано это не только с центральными механизмами регуляции мышечного тонуса в различных группах мышц, но и с другими, более локальными факторами. Одним из них является отличие в функционировании анатомо-физиологического комплекса отдельных мышц, связанное с наличием быстрых, медленных и промежуточных волокон [10] в различных соотношениях, которые и определяют их характеристики. В то же время механические свойства мышц при сохранении их спастичности постоянно изменяются. Волокна 2 типа трансформируются в волокна 1 типа (медленные), уменьшаются число саркомеров и эластичность при увеличении вязкости, что постепенно приводит к ретракции мышцы.

Другим компонентом концепции очаговой (фокальной) спастичности является также региональная организация связанных с определёнными движениями рефлекторных цепей [10]. Она определяет роль данной мышцы в последовательности осуществления движения. Известно, что медленные мышечные волокна иннервируются малыми мотонейронами, которые первыми реагируют на импульсы от мышечных веретён. Поэтому они являются наиболее возбудимыми при феномене спастичности. Малые мотонейроны связаны на сегментарном уровне через систему интернейронов со всей функциональной цепочкой данного двигательного акта. Такой механизм вводит спастическую мышцу в патологический синергический процесс, ещё более усиливающий спастичность.

Принцип невротомии – частичное рассечение одной или нескольких моторных коллатералей мышц с избыточной спастичностью. Рассечение включает: во-первых, часть афферентных волокон, формирующих проприоцептивную систему поддержания мышечного тонуса; во-вторых, часть аксонов мотонейронов, вызывая двигательный паралич пропорционально числу пересечённых аксонов [14]. Основным принципом невротомии основывается на различии реиннервации этих двух путей, что в результате и определяет эффективность операции.

Реиннервация эфферентных волокон отличается от афферентных принципиально. Изучавшие этот вопрос авторы установили, что реиннервация эфферентных волокон (по данным М-ответа) начинается уже через 2 дня после невротомии и завершается через 8 месяцев [12, 13, 18]. При этом может компенсироваться потеря до 80% мотонейронного пула. Реиннервация афферентов происходит беспорядочно и заключается в том, что 1а-волокна колонизируют веретенообразные окончания [2, 7]. В результате последние становятся чувствительными к растяжению, однако лишь 40% из них являются функционально значимыми (то есть генерируют потенциал мотонейронов), о чём свидетельствует отсутствие Н-рефлекса в отдалённой перспективе. Такой механизм реиннервации при селективной невротомии обеспечивает относительную стойкость достигнутого эффекта (в результате деафферентации) при постепенном восстановлении мышечной силы (как последствия двигательной реиннервации).

Описанная концепция фокальной спастичности определяет универсальность в подходах к её лечению. Общим показанием к невротомии является функционально патогенная локальная (ограниченная сегментом конечности) избыточная спастичность [10, 19].

Принципиально важным считается выполнение невротомий при отсутствии контрактуры мышцы или её незначительной степени, однако мнения достаточно противоречивы. Например, Ph. Descq, утверждая, что невротомия направлена лишь на рефлекторное сокращение, считает возможным выполнять её и при наличии ограничения тыльной флексии стопы (то есть при контрактуре), и даже при 10° [9, 10]. Точное соотношение спастичности и ретракции конкретной мышцы считается важнейшим вопросом, не находящим до настоящего времени окончательного решения.

Какую часть нерва оставить нерезецированной, нередко решается достаточно субъективно, так как не определён точно уровень необходимой для выполнения её последующей функции остаточной активности мышцы [9, 19]. При выполнении тиббиальной невротомии все авторы, прежде всего, указывают на необходимость резекции до ликвидации клонуса трёхглавой мышцы (которая определяется, прежде всего, спастичностью камбаловидной мышцы). Следует обратить особое внимание на некоторые полученные в последние годы данные [9, 14]. Оказалось, что именно камбаловидная мышца была исключительно ответственной за спастическую эквинусную деформацию у 75% больных, икроножная – лишь в 12,5%, в остальных роль этих мышц была равноценной. Было также выявлено, что камбаловидная мышца активизируется в начале фазы опоры, а икроножная – в конце. Выявленные особенности позволили сделать вывод о том, что основным (и неизменным) при тиббиальной невротомии является вмешательство на верхнем камбаловидном нерве, которое может быть дополнено операцией на остальных веточках лишь при необходимости.

Сочетание спастичности и ретракции является, по мнению всех исследователей, камнем преткновения при решении вопроса о показаниях к селективной невротомии. Наиболее полно этот вопрос осветил Ph. Descq, который разделил пациентов на несколько групп [10]. При значительном преобладании спастичности над ретракцией рекомендуется выполнять невротомию, при обратной ситуации – ортопедические операции. При почти равной выраженности этих изменений автор констатирует, что невротомия не даст пациенту ничего, а ортопедическая операция не повлияет на спастичность с риском рецидива. Возникшую дилемму он не решает однозначно, «чаще всего» выполняя невротомию при возникновении рецидива после ортопедической операции, и также «чаще всего» не рекомендуя их сочетание. В то же время, M. Sindou с соавторами при «преобладании гипертонии» считают логич-

ным выполнением невротомии первым этапом, подчёркивая при этом, что подавление вредной спастичности делает последующую ортопедическую операцию более эффективной [19].

Результаты применения тиббиальной селективной невротомии определяются степенью снижения спастичности и её влиянием на функцию сегмента и конечности. Все исследователи отмечают положительное воздействие операции на ходьбу [9, 10, 17]. Так, по некоторым данным, тыльная флексия стопы после невротомии увеличилась на 10 – 45° у 97% больных, спастичность трёхглавой мышцы голени уменьшилась у 95% до 0 (по шкалам Ашворт и Тардье) [9, 21]. В результате 82 – 84% больных после невротомии показали двигательное улучшение при ходьбе [21]. У 57% пациентов после операции ликвидировалась умеренная рекурвация коленного сустава. У всех больных в сроки от 4 до 10 лет сохранялся отличный стабильный результат, что отметили также через 8 – 28 мес после операции у 46 пациентов [9].

Материалы и методы

В комплексе оперативного лечения 31 больного с целью снижения мышечного тонуса была выполнена селективная невротомия. Из них для снижения тонуса трёхглавой мышцы она была произведена на ветвях общего большеберцового нерва у 27 пациентов с ДЦП (всего 39 операций), срединного – у 4 (4 операции). Среди пациентов с гипертонусом трёхглавой мышцы лиц мужского пола было 12, женского – 17. Средний возраст пациентов был 6 лет 8 мес. У 18 из них выявлена спастическая диплегия, у 11 – спастический гемипарез. Из 39 оперированных конечностей невротомию в 24 случаях сочетали с сухожильно-мышечной пластикой (10 – ахиллопластика, 10 – операция Страйера, 4 – удлинение сгибателей голени). У одного из пациентов с эквино-каво-варусной деформацией операция была дополнена удлинением сухожилия задней большеберцовой мышцы с фиксацией стопы и голени в аппарате Илизарова для дальнейшей докоррекции.

Для выполнения селективной невротомии общего большеберцового нерва выбирали передвигающихся больных с функционально незначимыми контрактурами смежных суставов или их отсутствием, поэтому средний показатель двигательных возможностей у них был достаточно высок – 4,5 балла по шкале Arens (от 3 до 6). Ранее трем больным были выполнены различные оперативные вмешательства: 1 – селективная дорзальная ризотомия на уровне L1–S1 с двух сторон, 1 – сухожильно-мышечная пластика в области тазобедренных, коленных и голе-

ностопных суставов для устранения контрактур, 1 – операция Страйера. У двух из них на фоне высокого мышечного тонуса наступил рецидив контрактуры, а у одного пациента ризотомия не оказала существенного воздействия на тонус трёхглавой мышцы и связанную с ней выраженную эквинусную контрактуру. Тонус трёхглавой мышцы у данной группы больных был достаточно высоким (4,1 балла по шкале Ashwort), а в качественном отношении преобладала спастико-ригидность. Среднее повышение ахиллова рефлекса у них составило 4,8 балла по 6-балльной рабочей шкале, принятой в клинике. У 3 выявлен неистоцимый клонус трёхглавой мышцы, у 5 – истоцимый, у 2 – неистоцимый камбаловидной и у 20 – истоцимый (в общей сложности клонус обнаружен в 81% оперированных сегментов). Таким образом, клонус был чаще камбаловидным, и у большинства пациентов исчезал при выпрямлении коленного сустава. Пассивное разгибание стопы было ограничено при разгибании коленного сустава до 101,1°, сгибании – 81,6°, активное соответственно – 117,4° и 100,9°. Согласно приведенным данным, амплитуда активных движений была существенно ниже по сравнению с пассивными как при разгибании коленного сустава, так и при его сгибании (в среднем на 12–13°). Это являлось следствием спастического синдрома, который не позволял эффективно включаться в движение мышцам-антагонистам.

Показания к операции – функционально значимое повышение тонуса трёхглавой мышцы голени (не менее чем до 3 баллов по шкале Ashwort) с наличием эквинусной контрактуры или без неё.

Различные варианты операции планировали в зависимости от вида эквинусной деформации и её сочетания с другими нарушениями положения стопы. К разновидностям деформации относили, прежде всего, её преимущественно тотальный (с поражением всех головок трёхглавой мышцы) или камбаловидный характер, который определяли на основании теста Сильвершельда. С помощью последнего выявляли также наличие преобладающего клонуса того или другого компонента трёхглавой мышцы. Наличие клонуса (а он в большинстве случаев был камбаловидным) служило дополнительным фактором, определявшим повышенный радикализм вмешательства, который также зависел от его характера (высоко или низкоамплитудный, степень истоцаемости). В любом случае выполняли операцию на икроножных (медиальном и латеральном) нервах и верхнем камбаловидном в зависимости от клинических и интраоперационных показателей ЭНМГ. При значительном камбаловидном клонусе одноимённый

нерв иногда резецировали полностью, учитывая наличие нижнего камбаловидного нерва, который в дальнейшем мог поддерживать функциональный тонус данной мышцы. При сочетании деформации с варусным положением стопы (фиксированным или нет) производили дополнительно невротомию заднего большеберцового нерва, через который происходила афферентация от соответствующей группы мышц-супинаторов (2 операции). Основным принципом мы считали резецирование каждого нерва до тех пор, когда ЭНМГ-контроль показывал снижение уровня электрогенеза иннервируемой им группы мышц в 8 – 10 раз. Такой подход базировался на данных некоторых авторов о возможности реиннервации на 60 – 80%. Учитывая это обстоятельство, мы выполняли резекцию с определённым запасом. Кроме того, показанием для резекции являлось наличие клональной активности, а также ответов с соседних мышц, не иннервируемых данным нервом.

Производили продольный разрез длиной 5 – 7 см по центру в подколенной области с таким расчётом, чтобы середина его приходилась на поперечную складку. После рассечения поверхностной фасции по средней линии выделяли *vena saphena* и прилегающий к ней медиальный кожный нерв голени. Затем в клетчатке подколенной ямки вы-

тики рассекали продольно периневрй и под контролем ЭНМГ-тестирования иссекали на протяжении 7 – 10 мм половину диаметра ствола. При недостаточном снижении электрогенеза и выраженной механической реакции мышцы на стимуляцию проводили дополнительно резекцию четверти оставшегося ствола и отдельных гиперактивных пучков. После невротомии рану ушивали наглухо, конечность укладывали в заранее приготовленную гипсовую лонгету и придавали ей возвышенное положение на шине. При сочетании данной операции с СМП срок иммобилизации определялся последней, после чего проводили двигательную реабилитацию с применением принятых в отделении методик.

Результаты и обсуждение

Срок наблюдения за пациентами после комбинированной коррекции деформации стопы составил в среднем 11 месяцев (от 6 до 30 месяцев). Анализу были подвергнуты 22 из 39 (56%) оперированных сегментов у 15 больных. Невротомию сочетали с ахиллопластикой в 10 случаях, операцией Страйера – в 7. Достигнутая по сравнению с дооперационным уровнем амплитуда движений в голеностопном суставе представлена в таблице 1.

Таблица

Динамика амплитуды разгибания в голеностопном суставе до и после операции

	Амплитуда движения, град.			
	Пассивное разгибание стопы (при разгибании коленного сустава)	Пассивное разгибание стопы (при сгибании коленного сустава)	Активное разгибание стопы (при разгибании коленного сустава)	Активное разгибание стопы (при сгибании коленного сустава)
До операции	101,1	81,6	117,4	100,9
После операции	77,3	68,6	90,0	83,3
Степень коррекции, %	23,8	15,9	23,3	17,4

деляли ствол общего большеберцового нерва с отходящими от него ветвями. Следует отметить, что обнаруженные нами варианты их взаиморасположения были очень разнообразны. При нередко возникавших сомнениях во время идентификации соответствующих веточек учитывали данные стимуляционного тестирования. Даже при применении данного метода нередко возникало сокращение мышцы, не соответствовавшее стимулируемому нерву, или сокращение нескольких мышц одновременно. Последний вариант встречался достаточно часто, и при таком перекрёстном сокращении принадлежность нерва определяли по преимуществу механической реакции и величины электрогенеза. После маркировки нервных стволов попеременно с помощью увеличительной оп-

Полученные данные свидетельствуют о существенном увеличении амплитуды как пассивных, так и активных движений. И если такая разница по сравнению с дооперационными показателями объяснялась, прежде всего, выполнением сухожильно-мышечной пластики, то сохранение результата со временем было связано также с поддержанием достаточно низкого тонуса трёхглавой мышцы. Последний снизился в среднем на 57,5% (до 1,7 балла). Ещё более существенно (на 100%) снизилась степень выраженности ахиллова рефлекса. Такая разница, скорее всего, может быть связана с тем, что на определяемую величину тонуса влияет ретракция мышцы, которая исключена при выявлении ахиллова рефлекса. В связи с этим степень сни-

жения спастичности у больных более соответствует степени снижения ахиллова рефлекса (так как исключает ретракцию мышцы). Об этом же может свидетельствовать и то, что из 26 обследованных сегментов после операции быстро истощаемый клонус был выявлен лишь у 2 (81% до операции).

При отмеченной выше достаточной эффективности комбинированного оперативного вмешательства у 4 пациентов (5 сегментов) был выявлен рецидив деформации, что составило 12,8% от количества оперированных сегментов. Во всех случаях он возник в ближайшее после снятия гипсовой повязки время. Анализ причин его развития показал, что в трёх случаях он был связан с тем, что применение невротомии не сочетали с устранением имеющейся контрактуры, корригируя её в дальнейшем в гипсовой повязке на фоне сниженного тонуса трехглавой мышцы. Убедившись в неэффективности такого подхода, в дальнейшем при сочетании мышечного гипертонуса с контрактурой последней обязательно устраняли одновременно с невротомией с помощью сухожильно-мышечной пластики с положительным результатом. У больной 3 лет после невротомии в сочетании с операцией Страйера с двух сторон наступил рецидив с выраженным тоническим компонентом, который мог явиться результатом недостаточной степени резекции нервных стволов. Опосредованно об этом может свидетельствовать хороший временный эффект от применения инъекции ботулотоксина в икроножную мышцу. Все эти больные были оперированы на этапе освоения методики лечения эквинусной деформации стопы комбинированным способом. Учёт этого отрицательного опыта позволил в дальнейшем улучшить результаты лечения.

Нами исследован электрогенез мышц голени у 6 больных (8 оперированных сегментов) в сроки от 6 до 26 месяцев после операции. В связи с незначительным количеством случаев статистическое сравнение с дооперационными данными не выполняли. Однако мы провели качественное сравнение динамики электрогенеза передней большеберцовой, трёхглавой и малоберцовой мышц для каждого оперированного сегмента (повысился, снизился или не изменился). Полученные данные оказались весьма разнородны без существенного преобладания определённого варианта, что не позволяло выявить какую-либо тенденцию. Причём во всех этих случаях клинический результат был хорошим. Для сравнения мы провели аналогичное исследование в эти же сроки мышц интактной конечности у 4 пациентов с гемипарезом после операции на контралатеральном сегменте. Была обнаружена такая

же вариабельность данных без возможности выделить какую-либо закономерность.

Результаты приведенного анализа позволяют утверждать следующее:

- у данной категории пациентов отсутствует прямая зависимость клинического результата от динамики электрогенеза оперированной (трёхглавая) и других мышц голени, что позволяет предположить наличие также другого механизма, влияющего на функцию мышцы (например, её механических свойств);

- применение комбинированного воздействия на трёхглавую мышцу голени (её механическое ослабление при удлинении и частичная денервация) не является дополнительным фактором риска развития обратной деформации (пяточная стопа);

- существенная вариабельность динамики электрогенеза на интактной конечности уменьшает значение данного метода исследования для оценки результата лечения применительно к этому сегменту конечности ввиду зависимости его от нескольких факторов, однако недостаток статистических данных не позволяет считать эти предположения вполне объективными.

У 4 больных со спастическим гемипарезом по поводу сгибательной установки кисти и пальцев выполнена селективная невротомия срединного нерва. Причиной пареза у пациентов 13 и 16 лет явился разрыв сосудистой мальформации головного мозга, у больного 9 лет – тяжёлая черепно-мозговая травма, в одном случае у пациента 12 лет – ДЦП. Патологическая установка кисти и пальцев сочеталась у них с наличием пронаторной контрактуры предплечья. Невротомию ветвей срединного нерва (иннервирующих пронаторы предплечья, сгибатели кисти и пальцев) сочетали в 2 случаях с тенотомией круглого пронатора. В итоге у всех больных достигнут положительный функциональный результат, который заключался в увеличении амплитуды активной тыльной флексии 2-5 пальцев и кисти при сохранении или улучшении имеющейся силы схвата. При этом активное отведение и противопоставление первого пальца не улучшалось или улучшалось несущественно (рис. 1).

Каких-либо осложнений, связанных с выполнением комбинированных ортопедо-нейрохирургических операций, нами не выявлено.

Выводы

1. Одним из эффективных и достаточно безопасных способов коррекции локальной спастичности является селективная невротомия.

2. При сочетании локальной спастичности с наличием контрактуры оптимальным является выполнение комбинированного вмешательства,



Рис. 1. Результат невротомии ветвей срединного нерва: а – верхняя конечность до лечения; б – через 2 месяца после селективной невротомии ветвей срединного нерва и тенотомии круглого пронатора.

направленного на одновременную коррекцию мышечного тонуса и ретракции.

3. Применение сочетанного вмешательства является дополнительной профилактикой рецидива деформации.

Литература

1. Banks, H.H. Adductor myotomy and obturator neurotomy for the correction of adductive contracture of the hip in cerebral palsy / H.H. Banks, W.T. Green // *J. Bone Joint Surg.* – 1960. – Vol. 42-A. – P. 111–126.
2. Banks, R.W. Specificities of afferents reinnervating cat muscle shindles after nerve section / R.W. Banks, D. Barker // *J. Physiol.* – 1989. – Vol. 408. – P. 345–372.
3. Berard, C. Selective neurotomy of the tibial nerve in the spastic hemiplegic child: an explanation of the recurrence / C. Berard, M. Sindou, J. Berard, H. Carrier // *J. Pediatr. Orthop. (B)*. – 1998. – Vol. 7. – P. 66–70.
4. Brown, M.C. Regeneration of afferent and efferent fibers to muscles spindles after nerve injury in adults cats / M.C. Brown, R.G. Butler // *J. Physiol.* – 1976. – Vol. 260. – P. 253–266.
5. Brunelli, G. Hyponeurotisation selective microchirurgicale dans les paralysies spastiques / G. Brunelli, F. Brunelli // *Ann. Chir. Main.* – 1983. – Vol. 2. – P. 277–280.
6. Caillet, F. The development of gait in the hemiplegic patient after selective tibial neurotomy / F. Caillet, P. Mertens, S. Rabaseda, D. Boisson // *Neurochirurgie.* – 1998. – Vol. 44. – P. 183–191.
7. Collins, W.F. On the specificity of sensory reinnervation of the cat skeletal muscle / W.F. Collins, L.M. Mendell, J.B. Munson // *J. Physiol.* – 1986. – Vol. 375. – P. 587–609.
8. Decq, Ph. Neurotomiea peripheriques selectives des collaterales pour les muscles ischio-jambiers dans le traitement de la spasticite en flexion du genou. A propos d'une serie de 11 patients / P. Decq, P. Filipetti, A. Feve, A. Saraoui // *Neurochirurgie.* – 1996. – Vol. 42. – P. 275–280.
9. Decq, Ph. Soleus neurotomy for treatment of the spastic equinus foot / Ph. Decq [et al.] // *Neurosurgery.* – 2000. – Vol. 47. – P. 1154–1161.
10. Decq, Ph. Peripheral neurotomies for the treatment of local spasticity of the limbs / Ph. Decq // *Neurochirurgie.* – 2003. – Vol. 49. – P. 293–305.
11. Deltombe, T. Selective fascicular neurotomy for spastic equinovarus foot deformity in cerebral palsy children / T. Deltombe [et al.] // *Acta Orthop. Belg.* – 2001. – Vol. 67. – P. 1–5.
12. Einsiedel, L.J. Activity and motor unit size in partially denervated rat medial gastrocnemius / L.J. Einsiedel, A.R. Luff // *J. Appl. Physiol.* – 1994. – Vol. 76. – P. 2663–2671.
13. Feve, A. Physiological effects of selective tibial neurotomy on lower limb spasticity / A. Feve [et al.] // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.* – 1997. – Vol. 63. – P. 575–578.
14. Filipetty, P. Interest of anesthetic blocks for assessment of the spastic patient. A series of 815 motor blocks / P. Filipetty, Ph. Decq // *Neurochirurgie.* – 2003. – Vol. 49. – P. 226–238.
15. Gros, C. La chirurgie de la spasticite / C. Gros // *Neurochirurgie.* – 1972. – Vol. 23. – P. 316–388.
16. Lorenz, F. Uber chirurgische Behandlung der Angeborenen spastischen Gliedstarre / F. Lorenz // *Wien Klin. Rdsch.* – 1887. – Vol. 21. – P. 25–27.
17. Msaddi, A.K. Microsurgical selective peripheral neurotomy in the treatment of spasticity in cerebral-palsy children / A.K. Msaddi [et al.] // *Stereotact. Funct. Neurosurg.* – 1997. – Vol. 69. – P. 251–258.
18. Park, D.M. Direct muscle neurotization in rat soleus muscle / D.M. Park, S.K. Shon, Y.J. Kim // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2000. – Vol. 16. – P. 379–383.
19. Sindou, M. Microsurgical ablative procedures in the peripheral nerves and dorsal root entry zone for relief of focal spasticity in the limbs / M. Sindou, P. Mertens, D. Jeanmonod // *Stereotact. Funct. Neurosurg.* – 1990. – Vol. 54-55. – P. 140–146.
20. Stoffel, A. The treatment of spastic contractures / A. Stoffel // *Am. J. Orthop. Surg.* – 1912. – Vol. 10. – P. 611–644.
21. Wang, S.J. Neurotomy of the tibial nerve for treatment of the talipes equinovarus / S.J. Wang, G.Q. Chen, B. Xiu, H.C. Zuo // *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* – 2005. – Vol. 43, N 9. – P. 605–607.

Контактная информация:

Умнов Валерий Владимирович – к.м.н., ведущий научный сотрудник, руководитель отделения церебральных параличей
 Кенис Владимир Маркович – к.м.н., старший научный сотрудник отделения церебральных параличей
 E-mail: kenis@mail.ru