

шего дошкольного возраста в клинической практике в качестве нормативов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ variability сердечного ритма в клинической практике. Перспективы и возможности / В. А. Миронов, Т. Ф. Миронова, Е. В. Давыдова и др. / Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: Тез. док. 4 Всероссийского симпозиума с междунар. участ., посвященного юбилею заслуженного деятеля науки РФ, проф. Р. М. Баевского. — Ижевск, 2008. — С. 208—212.

2. Variability сердечного ритма у здоровых детей / С. М. Кушнир, Л. К. Антонова, И. Н. Кулакова и др. // Медицинский научно-практический журнал Росмедпортал. Ком/ Rosmedportal/ com Т. 2. — 2011.

3. Комиссарова, О. А. Критерии оценки нарушения адаптации сердечной деятельности у детей с врожденными пороками сердца / А. О. Комиссарова, Т. Н. Доронина, Н. С. Черкасов, М. Я. Ледяев, Л. К. Гарики // Вестник ВолгГМУ. — 2012 (42). — № 2. — С. 39—40.

4. Клиническая электрокардиография в практике детского врача: руководство для врачей / А. В. Прахов. — Н. Новгород: Издательство Нижегородской гос. мед. академии, 2009. — 156 с.

Контактная информация

Доронина Татьяна Николаевна — д. м. н., доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом последипломного образования, Астраханский государственный медицинский университет, e-mail: tanadoronina@yandex.ru

УДК 591.881-932.5

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ, ИННЕРВИРУЮЩИХ МЫШЦЫ-РАЗГИБАТЕЛИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА ЗАЙЦЕОБРАЗНЫЕ

М. А. Затолокина

Курский государственный медицинский университет

Проведенное сравнительное микроскопическое изучение особенностей строения периферических нервов ветвей плечевого сплетения в области средней трети плеча у представителей отряда зайцеобразных выявило наиболее выраженную реструктуризацию стромального и проводникового компонентов нервов, иннервирующих мышцы-разгибатели у зайца-русака. Такие микроструктурные изменения и являются проявлением адаптивной инволюции позвоночных животных.

Ключевые слова: перинеурий, эпинеурий, эндоневрий, периферические нервы, «нервы-разгибатели», сосудисто-нервный пучок, миелиновая оболочка, заяц-русак, европейский кролик.

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF PERIPHERAL NERVES OF BRACHIAL PLEXUS INNERVATING EXTENSOR MUSCLES IN LAGOMORPHS

M. A. Zatolokina

We carried out a comparative microscopic study of the structural features of peripheral nerves of brachial plexus in the middle third of the shoulder of lagomorphs species. We revealed that restructuring of stromal and conductive components of nerves innervating extensor muscles of lagomorphs was most expressed. These microstructural changes were regarded as manifestations of adaptive evolution of vertebrates.

Key words: epineurium, perineurium, endoneurium, peripheral nerves, «extensor nerves», neurovascular bundle, myelin sheath, hare, European rabbit.

Повышенный интерес к нейроморфологии, в настоящее время, связан с необходимостью познания потенциальных возможностей нервной системы при адаптации к различным антропогенным факторам [3, 6]. Особое значение приобретают знания макро-микроморфологии периферического отдела нервной системы, а именно периферических нервов плечевого сплетения, в связи с их наиболее частыми повреждениями. Такие знания необходимы как для теоретических обобщений, так и для решения многих практических задач в невро-

логии, нейрохирургии, травматологии [1, 4]. В связи с этим понятен повышенный интерес к морфогенезу и топографии нервов плечевого сплетения не только морфологов, но и клиницистов.

На протяжении последних десятилетий многие авторы подчеркивают важность и необходимость изучения особенностей строения не только проводникового, но и стромального компонентов периферических нервов [2, 7]. В доступной литературе имеется значительное число работ, в которых дано подробное описание

внутриствольного строения периферических нервов плечевого сплетения, что же касается сведений об окружающем нервные стволы соединительнотканном стромальном аппарате, то они малочисленны, имеют противоречия и нуждаются в значительном расширении и дополнении [5, 8, 9, 10]. Такое состояние проблемы и определило цель нашего исследования.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить морфогенез изменений стромального и проводникового аппаратов периферических нервов плечевого сплетения в области средней трети плеча на латеральной поверхности у представителей отряда зайцеобразные.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительно-гистологическое изучение периферических нервов плечевого сплетения проведено на обеих грудных конечностях представителей отряда зайцеобразные: заяц-русак (*Lepus europaeus*) и европейский кролик (*Oryctolagus cuniculus*). Исследование выполнено на 40 органокомплексах сосудисто-нервного пучка медиальной поверхности плеча в области средней трети. Все исследуемые животные, перед введением в эксперимент, находились на двухнедельном карантине в экспериментально-биологической клинике Курского государственного медицинского университета, в течение которого были сформированы экспериментальные группы. Обращение с животными, их содержание и умерщвление проводилось в соответствии с Европейской конвенцией «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных целях», принятой Советом Европы (Страсбург, 18 марта 1986 г.) и согласно правилам лабораторной практики РФ (приказ МЗ РФ № 267 от 10.06.2003 г.).

Полученный материал фиксировали в 10%-м водном растворе нейтрального формалина. Для общегистологического изучения материал заливали в парафин по стандартной методике и микротомировали. Обзорное гистологическое исследование проводили на поперечных срезах сосудисто-нервных пучков, толщиной 10—12 мкм, окрашенных гематоксилином и эозином. Для изучения стромального компонента сосудисто-нервного пучка использовали окраску по Маллори и пикрофуксином по Ван-Гизону, железным гематоксилином по Гайденгайну. Для изучения проводникового компонента периферических нервов препараты окрашивали по методу Вейгерта-Паля. Для анализа полученных гистологических препаратов проводилась их микроскопия, описательная морфология и микрофотосъемка с помощью оптической системы микроскопа Leica-CME и окуляр-камеры DCM-510 на увеличениях $\times 40$, $\times 400$ крат с документированием снимков в программе Future winjoe, входящей в комплект поставки окуляр-камеры. На поперечных срезах сосудисто-нервных пучков определяли количество первичных нервных пучков, из-

меряли площадь поперечного сечения нервных стволов, толщину периневрия, эндоневрия, миелиновой оболочки, подсчитывали количество миелиновых и безмиелиновых нервных волокон в нервных пучках и их соотношение, выраженное в относительных единицах (%). Полученные данные обрабатывали вариационно-статистическими методами. Для всех изучаемых параметров определяли минимальное и максимальное значения, среднюю арифметическую, ошибку средней, стандартное отклонение, моду, медиану. Ввиду асимметричного расположения значений в выборке, достоверность различий определяли с помощью непараметрического критерия Вилкоксона-Манна-Уитни (Biostat, 2007). При этом различия считали достоверными при 95%-м пороге вероятности ($p \leq 0,05$). Все вычисления выполнялись с помощью аналитического пакета приложения Excel Office, 2010, лицензией на право использования которой обладает Курский государственный медицинский университет.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОСУЖДЕНИЕ

При изучении гистологических препаратов, поперечно срезанных сосудисто-нервных пучков периферических нервов, иннервирующих мышцы-разгибатели в области средней трети плеча, было выявлено, что у всех животных они имели овальную форму и были ограничены симпластами поперечно-исчерченной мышечной ткани. В окружающей нервные стволы соединительной ткани эпиневирия находятся толстые, ориентированные в разных направлениях пучки коллагеновых волокон, к которым примешиваются и эластические волокна. В прослойках рыхлой волокнистой соединительной ткани эпиневирия в большом количестве встречаются клетки фибробластического ряда, единичные лимфоциты, тучные клетки, группирующиеся преимущественно паравазально, адипоциты, образующие дольки белой жировой ткани, причем интересно отметить, что количество белой жировой ткани значительно больше в «нервах-разгибателях» (периферические нервы, иннервирующие мышцы-разгибатели) у кролика европейского. Условно названные нами «нервы-разгибатели» хорошо васкуляризованы, подтверждением этому является наличие большого количества кровеносных сосудов артериального и венозного русла малого и среднего диаметра (около 5—10 в стандартном поле зрения) в соединительнотканной эпиневральной клетчатке.

Очень интересным является количество и топография нервных стволов. При сравнении количества нервных пучков было выявлено, что у всех изученных животных на левой конечности количество пучков было больше, чем на правой. У кролика европейского левый «нерв-разгибатель» был образован пятью нервными стволами, не покрытых общим соединительнотканым футляром, параневральные структуры не выражены. Все нервные пучки разде-

лены прослойками межпучкового эпинеуря и находятся на значительном расстоянии друг от друга. Сосудисто-нервный пучок (СНП) правого «нерва-разгибателя» отличается от левого тем, что сосуды магистрального типа — артерия и вена, располагаются на одном из полюсов, а не в центре, как у кролика европейского. Периферический нерв образован четырьмя нервными пучками, не покрытыми общим фасциальным футляром и разделенными дольками белой жировой ткани. У зайца-русака правый «нерв-разгибатель» образован пятью пучками практически одного размера, расположенными в одну линию и находящимися очень близко друг к другу. Прослойки эндоневрия между ними очень тонкие и образованы волокнами рыхлой волокнистой ткани. Левый «нерв-разгибатель» состоит из шести-семи нервных пучков разного диаметра. В непосредственной близости к нервному пучку рыхлая соединительная ткань межпучкового эпинеуря постепенно переходит в более плотную соединительную ткань перинеуря. Построен он по типу многослойного пластинчатого футляра, состоящего из уплощенных периневральных фибробластоподобных клеток, чередующихся с оксифильными прослойками коллагеновых волокон. От внутреннего слоя перинеуря отходят пучки коллагеновых фибрилл, разделяющие, в виде перепончатых перегородок, миелиновые и безмиелиновые волокна, составляющие нервный пучок на отдельные группы. Между коллагеновыми волокнами располагаются уплощенные веретеновидной формы темнотазофильные клетки, кровеносные капилляры (2—3 в поле зрения), с преимущественной локализацией по периферии нервных стволов. Интересно отметить, что у кролика ев-

ропейского с медиальной стороны, по отношению к окружающим мышцам, к периневрью, в виде полулуний, прилежит участок соединительной ткани, образованный упорядоченными, плотно расположенными, параллельно идущими друг другу пучками зрелых коллагеновых волокон (рис. 1).

По результатам морфометрического анализа в сравнительном аспекте было выявлено, что площадь поперечного сечения, в области средней трети плеча, сосудисто-нервного пучка нервов, иннервирующих мышцы-разгибатели, была достоверно ($p \leq 0,05$) большей у зайца-русака, чем у европейского кролика, с достоверным ($p \leq 0,05$) отличием значений на правой и левой конечности одного и того же животного и преобладанием этих показателей на правой конечности у зайца-русака и левой конечности у кролика европейского. Площадь поперечного сечения самих нервных пучков была достоверно большей в 1,3 раза у зайца-русака на левой конечности. На правой конечности достоверных отличий выявлено не было (табл.).

Средние значения площади, окружающей нервные стволы и магистральные сосуды, эпи- и параневральной соединительной ткани были достоверно ($p \leq 0,05$) большими на 5—10 % у зайца-русака, чем у европейского кролика. Изучение толщины периневральной соединительнотканной манжеты подтвердило выявленную нами закономерность — преобладание значений, некоторых изучаемых параметров, у зайца-русака. Проведенный корреляционный анализ между компонентами СНП правой и левой конечности у представителей отряда зайцеобразные представлен на рис. 2, 3.

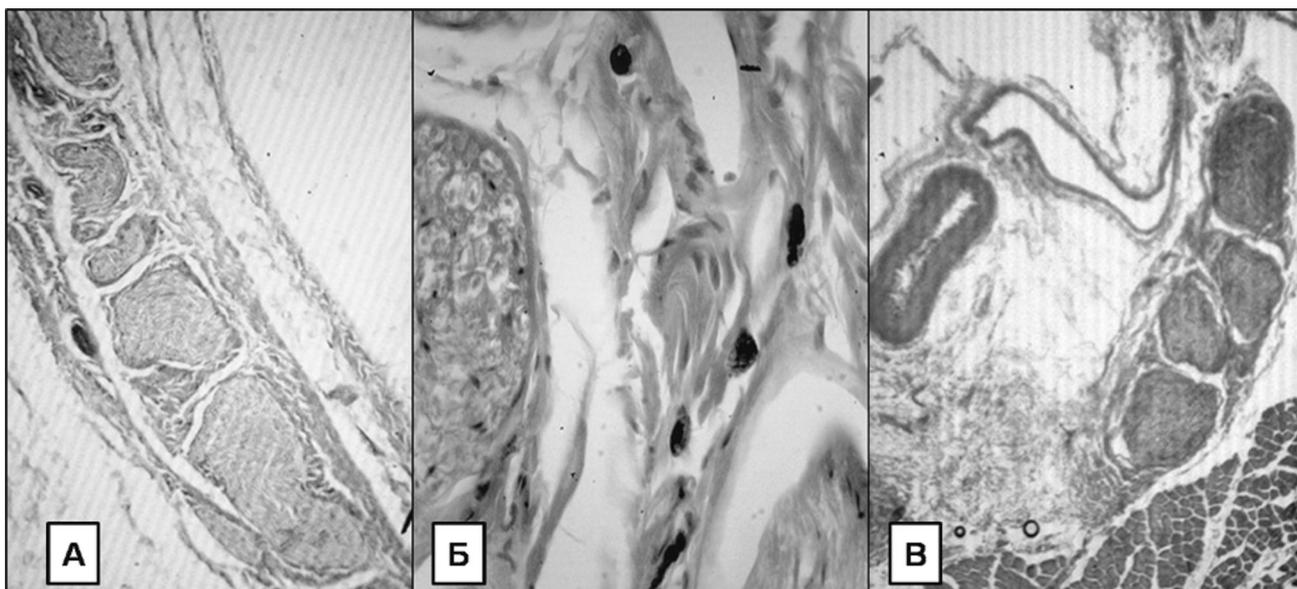


Рис. 1. Микрофотография сосудисто-нервного пучка «нерва-разгибателя» в области средней трети плеча у зайца-русака на левой конечности (А), клеточный состав межпучкового эпинеуря (Б), на правой конечности (В). Ув. x 40, x 400. Окр. Г+Э, по Маллори

Значения площади поперечного сечения сосудисто-нервного пучка (СНП) и площади поперечного сечения первичных нервных пучков (ПНП) на левой и правой конечности в области средней трети плеча на латеральной поверхности у представителей отряда зайцеобразные

Представители отряда зайцеобразные		Расположение СНП	Средняя величина ($M \pm m$), мм ²	Максим. величина, мм ²	Миним. величина, мм ²	Стандарт. откл. σ	Медиана	Мода
Заяц-русак	площадь СНП	ПР	1,730 ± 0,033 [#]	2,00	0,93	0,33	1,86	1,79
		ЛР	1,710 ± 0,015 [*]	1,89	1,39	0,15	1,78	1,86
Европейский кролик		ПР	1,640 ± 0,009 [#]	1,92	1,43	0,09	1,64	1,62
		ЛР	1,680 ± 0,022	2,46	1,08	0,22	1,77	1,83
Заяц-русак	площадь ПНП	ПР	0,060 ± 0,002 [#]	0,09	0,03	0,02	0,05	0,05
		ЛР	0,090 ± 0,008	0,34	0,004	0,08	0,05	0,05
Европейский кролик		ПР	0,060 ± 0,005 [#]	0,29	0,007	0,05	0,05	0,05
		ЛР	0,070 ± 0,005	0,20	0,006	0,05	0,05	0,05

Примечание. ПР, ЛР — периферические нервы, иннервирующие мышцы разгибатели на правой или левой конечности.

*. # $p \leq 0,05$. *По сравнению со значениями на правой и левой конечности одного и того же животного; #по сравнению со значениями у разных животных.

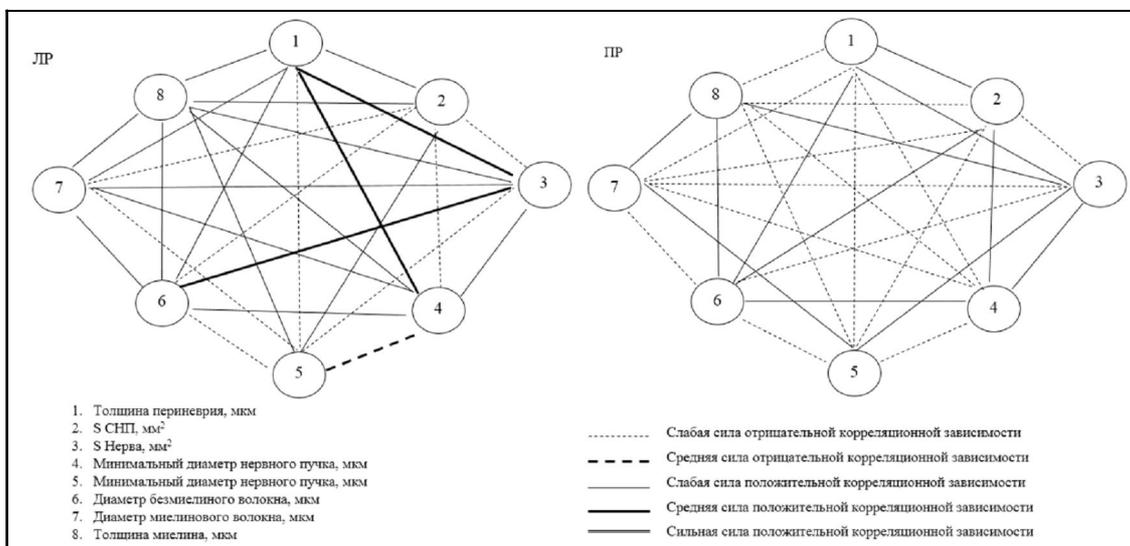


Рис. 2. Корреляционная зависимость между компонентами СНП у зайца-русака

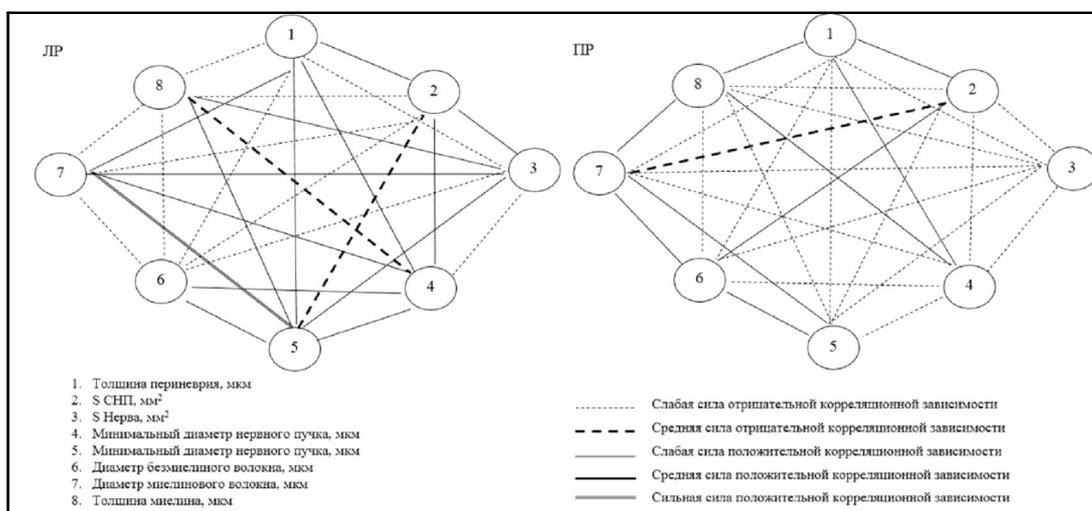


Рис. 3. Корреляционная зависимость между компонентами СНП у кролика европейского

Морфометрический анализ внутриствольных структур показал, что они были образованы более чем на половину миелиновыми волокнами, из которых преимущественное большинство принадлежало волокнам среднего диаметров (у зайца-русака — 47—51 % на левой и правой конечности соответственно; у европейского кролика — 42—44 % соответственно). Диаметр миелиновых волокон был достоверно ($p \leq 0,05$) больше у европейского кролика с преобладанием значительный на левой конечности в 1,2 раза. Диаметр безмиелиновых волокон был достоверно больше у зайца-русака. Одним из важных элементов в строении нервных волокон является степень их миелинизации, которая существенно повышает скорость передачи нервного импульса. В нашем случае при измерении толщины миелиновой оболочки в мякотных нервных волокнах достоверно ($p \leq 0,05$) большие ее значения были выявлены у европейского кролика с преобладанием на левой конечности.

Согласно закону В. О. Ковалевского: «...у представителей нескольких филогенетических ветвей одной естественной группы органы в процессе адаптивной эволюции приспосабливаются к выполнению определенных функций в определенных условиях среды», выявленные нами изменения в строении периферических нервов у животных, относящихся к одному семейству, но находящихся в разных условиях существования, не являются исключением. Проведенное нами сравнительное гистологическое изучение структурных особенностей периферических нервов, иннервирующих мышцы-разгибатели, выявило морфологические признаки адаптации периферических нервов плечевого сплетения. В основе такой морфологической адаптации лежит принцип дивергентности (предложенный Н. Г. Хлопиным), обеспечивающий выживание близкородственных особей, находящихся в разных экологических условиях. Адаптация периферических нервов плечевого сплетения к более тяжелым условиям существования и большей физической нагрузки на конечность проявлялась достоверным ($p \leq 0,05$) преобладанием у зайца-русака не только площади поперечного сечения сосудисто-нервного пучка, но и площади окружающей эпипараневральной соединительной ткани, площади поперечного сечения нервных стволов, их максимальных и минимальных размеров, толщины периневральной манжеты. В нервных пучках преобладали миелиновые волокна среднего диаметра, толщина миелина которых была более выражена на левой конечности. Интересным является факт выявленной нами билатеральной асимметрии, проявляющийся качественным и количественным отличием в строении периферических нервов на правой и левой конечности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, большая физическая активность, выполняемая передними конечностями животных, находящихся в естественных условиях обитания, приводит к реструктуризации стромального и проводникового компонентов периферических нервов, иннервирующих мышцы этих конечностей. Такие микроструктурные изменения и являются проявлением адаптивной инволюции позвоночных животных. Полученные нами данные носят фундаментальный характер и дополняют знания о закономерностях эволюционных процессов периферической нервной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия / Г. Г. Автандилов. — М.: Медицина, 1990. — 384 с.
2. Васильев М. В. Хирургическое лечение больных с изолированным повреждением лучевого нерва и в сочетании с переломом плечевой кости (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Казань, 2010. — 26 с.
3. Затолокина М. А. и др. Морфология нервных стволов и соединительнотканых оболочек нервов передних конечностей некоторых животных и птиц / М. А. Затолокина, И. В. Булгакова, Е. С. Бухтиярова, Т. А. Лозицкая // Морфология. — 2008. — Т. 134, № 5. — С. 70.
4. Калмин О. В. Индивидуальная изменчивость внутриствольной структуры локтевого нерва // Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины: материалы 12-х научных чтений памяти акад. Н. Н. Бурденко. — Пенза, 2000. — С. 467—468. — 2006. — 22 с.
5. Курбонов З. А. Лечение последствий повреждения сосудисто-нервных пучков верхних конечностей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Душанбе, 2011. — 26 с.
6. Левкин Г. Г. Билатеральная асимметрия у животных при содержании в неволе / Г. Г. Левкин // Асимметрия. — 2009. — № 1. — С. 29—36.
7. Некрасова Л. В. Анатомометрические характеристики срединного нерва в различные сроки при его компрессии в эксперименте: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Уфа, 2011. — 22 с.
8. Турсунова Ю. П. Морфологические изменения пучков плечевого сплетения / Ю. П. Турсунова, И. А. Баландина, О. А. Судюков // Морфология. — 2009. — №3. — С. 13.
9. Maniker A. Operative Exposure in Peripheral nerve. Surgery. Trieme, 2005. — 139 p.
10. Mackinnon S. E., Roque B., Tung T. H. Median to radial nerve transfer for treatment of radial nerve palsy. Case report // J. Neurosurg. — 2007. — V. 107, № 3. — P. 666—71.

Контактная информация

Затолокина Мария Алексеевна — к. м. н., доцент кафедры гистологии, цитологии, эмбриологии, Курский государственный медицинский университет, e-mail: maika1212@mail.ru