

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© Затолокина М.А., 2016

УДК 591.483:591.471.372:597.6+598.1

**К ВОПРОСУ О СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ
У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССОВ ЗЕМНОВОДНЫЕ И ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ
В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ**

М.А. Затолокина

ГБОУ ВПО Курский государственный медицинский университет,
ул. Карла Маркса, 3, 305001, г. Курск, Российская Федерация

В данной работе представлены результаты комплексного морфологического изучения структур периферических нервов, иннервирующих мышцы-сгибатели и разгибатели в области средней трети плеча у представителей классов земноводные и пресмыкающиеся. Было выявлено, что более сложно организованными являются периферические нервы и окружающие их соединительнотканые структуры, у представителей класса пресмыкающиеся. Также было получено морфологическое подтверждение наличия билатеральной асимметрии в строении сосудисто-нервных пучков периферических нервов, на противоположных конечностях у всех изученных позвоночных животных.

Ключевые слова: *периферические нервы, плечевое сплетение, периневрий, эпиневррий, эндоневрий, сосудисто-нервные пучки.*

**THE ISSUE OF STRUCTURAL ORGANIZATION PERIPHERAL NERVES
OF THE BRACHIAL PLEXUS HAS REPRESENTATIVES OF THE CLASS
OF AMPHIBIANS AND REPTILES THE COMPARATIVE ASPECTS**

M.A. Zatolokina

Kursk State Medical University,
Karl Marx str., 3, 305001, Kursk, Russian Federation

This paper presents the results of a comprehensive study of the morphological structures of the peripheral nerves that innervate the muscle-flexors and extensors in the middle third of the shoulder from the representatives of classes of amphibians and reptiles. It was found that more difficult to organize are the peripheral nerves and the surrounding connective tissue structures, representatives of reptiles class. It was also obtained morphological confirmation of the bilateral asymmetry in the structure of the neurovascular bundles of peripheral nerve on opposite limbs and all studied vertebrates.

Keywords: *peripheral nerves, the brachial plexus, perineurium, epineurium, endoneurium, the neurovascular bundle.*

Одной из актуальных проблем современной нейроморфологии является продолжение и развитие исследований периферического отдела нервной системы. В литературе, относящейся к этой проблеме, накопились весьма обширные материалы, свидетельствующие о неоспоримой не только теоретической ценности подобных исследований, но и об их клинико-физиологическом значении [1, 2, 3]. В настоящее время неврологическая и нейрохирургическая практика, а именно, активно развивающаяся реконструктивная микрохирургия периферических нервов, настоятельно требует от морфологов и экспериментаторов дальнейших детальных исследований структурной организации не только проводникового аппарата, но и стромы периферических нервов – невралных оболочек [4]. Соединительнотканые невралные оболочки являются специфическими тканевыми образованиями для периферических нервов и выполняют механическую, трофическую, барьерную и компенсаторно-приспособительную функцию в отношении проводникового аппарата, обеспечивают постоянство внутренней среды нервных стволов, выполняют активную роль в процессах развития и регенерации проводниковых элементов, участвуют в выработке и циркуляции внутриневральной жидкости [5, 6, 7].

Настоящая работа является одним из звеньев в цепи исследований морфологических особенностей организации соединительнотканых оболочек периферических нервов, на примере ветвей плечевого сплетения в филогенетическом ряду, проводимых в ГБОУ ВПО КГМУ на кафедре гистологии, эмбриологии, цитологии. Направлена на раскрытие микроструктурных особенностей проводникового и стромального компонентов периферических нервов у представителей класса земноводные и пресмыкающиеся [8, 9].

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили органокомплексы сосудисто-

нервных пучков (СНП) периферических нервов передней конечности иннервирующих мышцы сгибатели и мышцы разгибатели в области средней трети плеча. Материал был получен от позвоночных животных классов: земноводные – Лягушка прудовая (*Pelophylax lessonae*) и пресмыкающиеся – Ящерица прыткая (*Lacerta agilis*). Животных умерщвляли методом дислокации шейных позвонков. Все манипуляции проведены согласно международным правилам [10, 11]. На работу получено одобрение регионального этического комитета (выписка из протокола №6 при ГБОУ ВПО КГМУ от 08.06.2009 г). Для гистологического изучения полученный материал (80 органокомплексов СНП с окружающими мышцами) фиксировали в 10% забуференном растворе формалина, заливали в парафин по стандартной методике, микротомировали и изготавливали гистологические срезы, толщиной 8-10 мкм. Полученные гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином, по Маллори и пикрофуксином по Ван Гизону, пикросириус красным, по методу Вейгерта-Паля. Далее, микроскопировали и фотографировали на увеличениях x200 и x400 крат с документированием снимков в программе future winjoe.

При световой микроскопии, изучали топографические особенности компонентов СНП, наличие и степень развития параневральных соединительнотканых структур, сравнивая полученные данные между конечностями. На микрофотографиях, с помощью программы Imago J, измеряли площадь поперечного сечения СНП, нервных стволов, площадь эпинеурия, толщину эндонеурия, перинеурия, определяли количество миелиновых и безмиелиновых нервных волокон в стандартном поле зрения, их диаметр и толщину миелина.

Морфометрическое исследование было проведено с учетом рекомендаций Г.Г. Автандилова, 1990 [12]. В окружающей нервные пучки, волокнистой соединительной ткани по цито- и кариологиче-

ским признакам была проведена количественно-качественная оценка клеточного компонента ткани. Для объективизации формирования заключения о клеточной составляющей соединительнотканых оболочек периферических нервов, вычисляли соотношение клеток-резидентов (фибробласты, фиброциты и макрофаги) к клеткам-нерезидентам (гранулоциты, агранулоциты, тучные клетки и плазмоциты) и получали, условно обозначенный, клеточный индекс по следующей формуле: $КИ = \frac{Фб+Фц+Мф}{Н+Э+Л+Мц+ТК+П}$; где

Фб – фибробласты, Фц – фиброциты, Мф – макрофаги, Н – нейтрофилы, Э – эозинофилы, Л – лимфоциты, Мц – моноциты, ТК – тучные клетки, П – плазмоциты.

Статистическую обработку всех полученных цифровых данных выполняли в соответствии с современными представлениями о правилах математической обработки данных медицинских исследований. Все данные были проверены на соответствие нормальному распределению всех исследуемых параметров при помощи построения гистограмм с наложением нормальной кривой и нормальных вероятностных графиков и одновыборочного теста Колмогорова-Смирнова, в связи с чем, был использован непараметрический критерий Манна-Уитни (U) (Biostat). Достоверными считали отличия при $p \leq 0,05$. Для описания выборочной совокупности данных использовали средние значения со стандартной ошибкой средних показателей или стандартным отклонением ($M \pm m(\sigma)$). Для выявления значимой корреляционной связи между показателями использовали коэффициент ранговой корреляции Пирсона. Все вычисления выполнялись с помощью аналитического пакета приложения Excel Office 2010, лицензией на право использования которой, обладает КГМУ.

Результаты и их обсуждение

С целью макроскопического изучения периферических нервов, было проведено препарирование кожи с подкожной

жировой клетчаткой по медиальной и латеральной поверхностям плеча в области средней трети. Периферический нерв сгибателей выглядел в виде плотного белого тяжа, расположенного вместе с крупными кровеносными сосудами (рис. 1А). При микроскопическом исследовании поперечных гистологических срезов СНП периферических нервов сгибателей было выявлено, что составными компонентами, являлись нервные стволы и крупные кровеносные сосуды артериального и венозного русла, отделенные друг от друга соединительноткаными оболочками.

У представителей класса земноводных общее фасциальное влагалище СНП отсутствует или развито слабо. Площадь поперечного сечения СНП без достоверных отличий на конечностях варьировала от $0,614 \pm 0,017$ мм² на левой до $0,621 \pm 0,023$ мм² на правой конечности. Следует отметить, что на правой конечности нерв сгибателей состоял из четырех нервных пучков разного диаметра, площадь поперечного сечения которых в среднем составила $0,124 \pm 0,003$ мм² (рис. 1Б).

Каждый нервный пучок покрыт собственным тонким периневрием, толщиной $4,049 \pm 0,011$ мкм. При этом, на левой конечности, несмотря на то, что нерв сгибателей состоял из одного пучка большого диаметра, площадь его поперечного сечения была такой же, как справа ($0,124 \pm 0,005$ мм²), а толщина окружающего периневрия составила – $4,257 \pm 0,015$ мкм. Дистальнее нервных пучков располагались магистральные сосуды – крупная артерия с толстой мышечной стенкой и вена большого диаметра. При этом, площадь их поперечного сечения была достоверно ($p \leq 0,05$) больше в 1,5 раза на левой конечности.

Нервные волокна в нервных пучках расположены рыхло. В поле зрения преобладали миелиновые волокна, на долю которых приходилось 63% на левой и 58% на правой конечностях. Диаметры безмиелиновых и миелиновых нервных волокон и толщина миелина представлены в таблице 1.

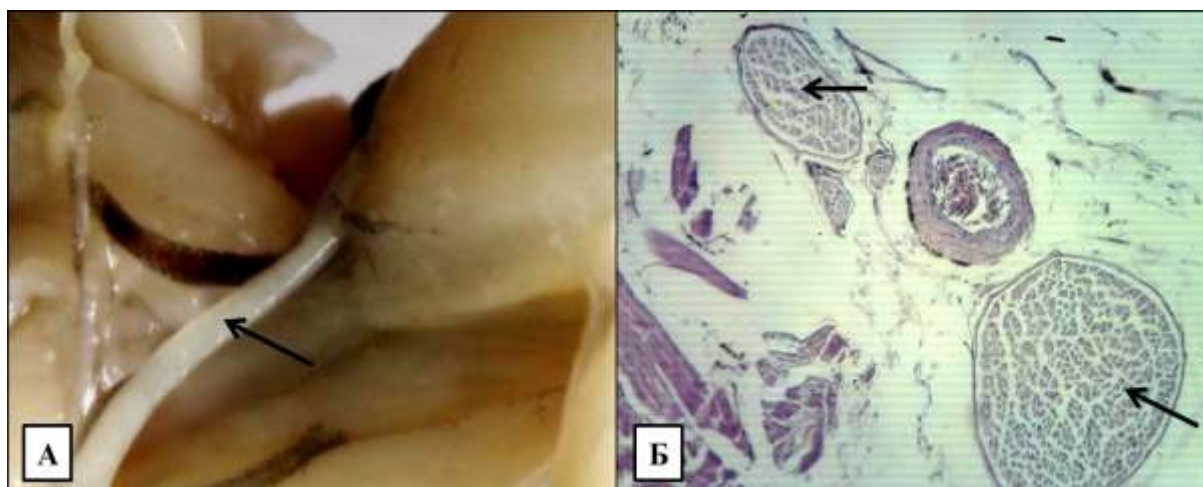


Рис. 1. Микрофотография периферических нервов сгибателей плечевого сплетения в области средней трети плеча. Макроскопический вид (А) – в виде плотного белого тяжа. Микроскопический вид (Б) компонентов сосудисто-нервного пучка нервов сгибателей. Окрашено гематоксилином и эозином. Ув.х 200. На стрелке – нервные пучки

Таблица 1

Значения диаметров безмиелиновых (dБМВ) и миелиновых нервных волокон (dМВ), толщина миелина (hМ) периферических нервов сгибателей и разгибателей на правой и левой конечностях у представителей классов земноводные и пресмыкающиеся

п/№	Периферические нервы	Лягушка прудовая (Pelophylax lessonae)			Ящерица прыткая (Lacerta agilis)		
		dБМВ	dМВ	hМ	dБМВ	dМВ	hМ
1	правые нервы сгибателей	5,718± 0,027*	7,289± 0,028*	2,864± 0,003*	2,834± 0,006	3,450± 0,008#	1,477± 0,002
2	левые нервы сгибателей	9,196± 0,041#	10,269± 0,052#	2,943± 0,009	3,470± 0,011*	4,389± 0,022*	1,782± 0,015
3	правый нерв разгибателей	5,234± 0,030*	6,663± 0,039*	2,168± 0,011*	2,078± 0,005	2,922± 0,008#	0,413± 0,001
4	левый нерв разгибателей	8,880± 0,039#	8,516± 0,037#	2,161± 0,001	2,377± 0,011*	4,042± 0,022*	1,510± 0,006#

* – $p \leq 0,05$ при сравнении данных у разных групп животных;

– $p \leq 0,05$ при сравнении данных между конечностями

В хорошо выраженных прослойках эндоневрия, толщиной $1,316 \pm 0,002$ мкм, встречались кровеносные сосуды в количестве – 5-6 в поле зрения. Все компоненты сосудисто-нервного пучка располагались в рыхлой волокнистой соединительной ткани эпиневрия, площадь поперечного сечения которого составила: $0,381 \pm 0,019$ мм² на правой конечности и $0,362 \pm 0,021$ мм² на левой. Изучение кле-

точного компонента соединительной ткани эпиневрия выявило, преобладание клеток-резидентов над нерезидентами на обеих конечностях. При этом, значение клеточного индекса (КИ) было достоверно ($p \leq 0,05$) больше на правой конечности и составило – 2,23.

Периферический нерв, иннервирующий мышцы-разгибатели, имел также вид белой шнуроподобной структуры (рис. 2А).

При микроскопическом изучении поперечных гистологических срезов СНП нерва разгибателей в области средней трети плеча, было выявлено, что общий фасциальный футляр слабо выражен (рис. 2Б). Площадь поперечного сечения СНП составила – $0,489 \pm 0,014 \text{ мм}^2$ и $0,502 \pm 0,010 \text{ мм}^2$ с преоб-

ладанием значений на левой конечности. При этом, площадь поперечного сечения окружающей соединительной ткани была на 10% меньше, чем в СНП нервов сгибателей и составила $0,350 \pm 0,014 \text{ мм}^2$ и $0,337 \pm 0,010 \text{ мм}^2$ на правой и левой конечности соответственно.

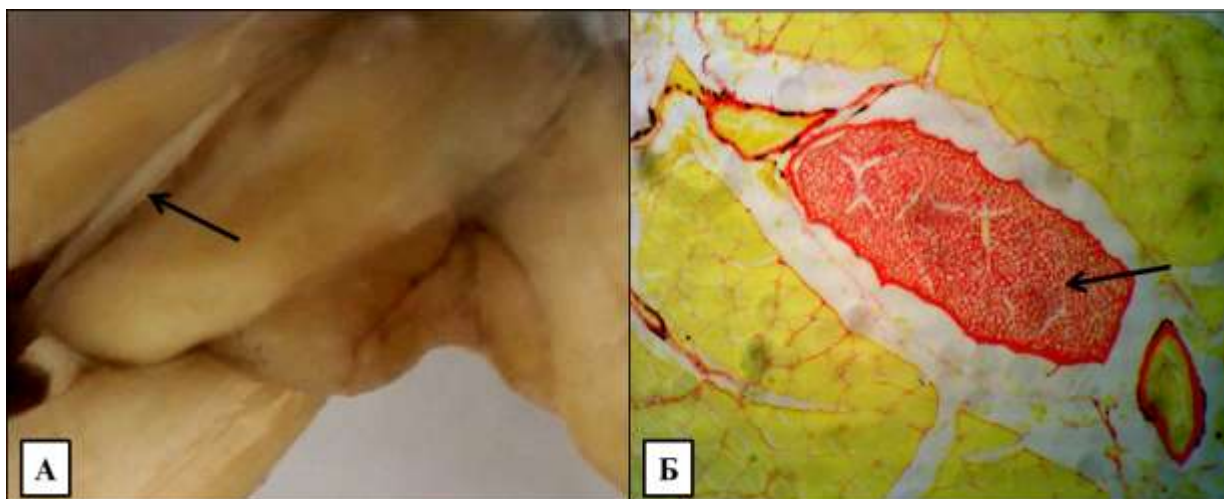


Рис. 2. Микрофотография периферического нерва разгибателей в области средней трети плеча. Макроскопический вид (А) – в виде белой шнуроподобной структуры. Микроскопический вид (Б) компонентов сосудисто-нервного пучка нерва разгибателей. Окрашено пикосириус красным. Ув.х 200. На стрелке – нервные пучки

В клеточном составе преобладали клетки фибробластического ряда, на долю которых приходилось 46-49% от общего количества клеток. Значения клеточного индекса (КИ) не имели достоверных отличий на конечностях и варьировали от 2,13 в эпиневррии левого нерва разгибателей до 2,45 в эпиневррии правого. По периферии СНП, в острых углах, так называемого треугольника, располагались кровеносные сосуды – артерия, площадь поперечного сечения которой, составила – $0,020 \pm 0,0006 \text{ мм}^2$ и вена, площадью – $0,015 \pm 0,0004 \text{ мм}^2$, в центре – нервный ствол. Площадь поперечного сечения нервного пучка была в 1,2 раза меньше, чем на той же конечности в нервах сгибателей, на фоне отсутствия достоверных отличий в значениях площади поперечного сечения эпиневррии. Периневррий, окружающий нервный пучок, имел незначительное разделение на внутренний кле-

точный и наружный волокнистый слой, толщина его составила – $3,542 \pm 0,014 \text{ мкм}$ на правой и $3,851 \pm 0,012 \text{ мкм}$ на левой конечностях. От периневррия, внутрь нервного пучка отходят тонкие прослойки эндоневрия, толщиной – $1,171 \pm 0,033 \text{ мкм}$, окружающие нервные волокна, морфометрические характеристики которых представлены в таблице 1. В поле зрения преобладали миелиновые волокна, на долю которых приходилось 53% (на правой конечности их количество было в 1,2 раза больше и составило 66%). На фоне чуть большего диаметра как безмиелиновых, так и миелиновых волокон, толщина миелина последних не имела достоверных отличий от правой конечности. В эндоневрии встречаются мелкие и крупные кровеносные сосуды, в количестве 3-4 в поле зрения.

При переходе позвоночных от водного образа жизни к наземному, происхо-

дит усложнение движений выполняемых грудной конечностью, увеличение степени физической нагрузки на конечность, что, в свою очередь, приводит к существенным структурным преобразованиям в стромальном и проводниковом аппаратах периферических нервов плечевого сплетения. При микроскопическом изучении поперечных срезов форма СНП, в большинстве случаев, была веретеновидной. Площадь его поперечного сечения в нервах сгибателей составила $0,059 \pm 0,001 \text{ мм}^2$ на правой конечности и $0,062 \pm 0,001 \text{ мм}^2$ на левой конечности. Снаружи СНП покрыт тонким, общим фасциальным футляром. Прослойки эпинеургии скудные, содержат в своем составе крупные сосуды, вокруг которых визуализируется много клеток с темными гранулами в цитоплазме. Волокна эпинеургии тонкие, расположены достаточно рыхло. Клеточный компонент представлен преимущественно клетками фибробластического ряда, на долю которых приходится около 43%. Площадь поперечного сечения окружающей соединительной ткани составила $0,044 \pm 0,001 \text{ мм}^2$ без достоверных отличий между конечностями. На правой конечности периферические нервы сгибателей были образованы 5 нервными пучками, практически равного диаметра, площадь их поперечного сечения составила $0,009 \pm 0,001 \text{ мм}^2$. На левой конечности (рис.3Б) периферические нервы сгибателей были образованы 6 нервными пучками, практически равного диаметра, площадь их поперечного сечения составила $0,007 \pm 0,002 \text{ мм}^2$. Перинеурий, окружающий нервные пучки, не имеет четкого подразделения на слои, его толщина на правой конечности была достоверно ($p \leq 0,05$) меньше в 1,7 раз чем на левой. От перинеургии внутрь нервных пучков отходят соединительнотканые прослойки эндоневрия, толщина которого составила на правой конечности $0,959 \pm 0,031 \text{ мкм}$, на левой конечности $0,886 \pm 0,019 \text{ мкм}$. В рыхлых прослойках эндоневрия, в единичных случаях, встречаются мелкие кро-

веносные капилляры. В поле зрения преобладают фибробласты и фиброциты. Качественно-количественное исследование нервных волокон, образующих нервные пучки позволило выявить определенные закономерные изменения в их размерах и процентном соотношении. В поле зрения преобладали, как на правой, так и на левой конечности, миелиновые волокна, на долю которых приходилось 90% и 68% соответственно, морфометрические данные которых представлены в таблице 1. Сравнение % соотношения волокон выявило, что в нервных пучках у представителей земноводных преобладали волокна среднего размера, диаметр которых варьировал от 1 до 4 мкм, на их долю приходилось более 50%. У представителей класса пресмыкающихся более половины волокон было мелких, диаметром до 1 мкм. При световой микроскопии форма СНП нерва разгибателей была сигарообразной. В сравнении с земноводными, наблюдается достоверное ($p \leq 0,05$) двукратное снижение площади поперечного сечения СНП. Снаружи, весь СНП заключен в собственное тонкое фасциальное влагалище и образован 2-3 нервными стволами и крупными кровеносными сосудами артериального и венозного русла, между которыми располагается соединительная ткань, обеспечивающая тесную взаимосвязь между компонентами сосудисто-нервного пучка и объединяющая их в анатомически и функционально единое целое (рис. 3А). Волокна эпинеуральной соединительной ткани расположены более компактно и упорядоченно, в сравнении с земноводными.

В поле зрения преобладали клетки фибробластического ряда (42%), количество тучных клеток увеличилось до 25%, а лимфоцитов до 5%, что и объясняет снижение в 1,3 раза КИ, по сравнению с теми же показателями у представителей земноводных (1,86 и 2,45 соответственно). На фоне достоверного ($p \leq 0,05$) снижения в 2 раза, площади, занимаемой эпиневрием, соотношение этих значений к площади всего СНП осталось без изменений и со-

ставило – 0,6 (у лягушки – 0,7). Нервные пучки, площадь поперечного сечения которых составила – $0,125 \pm 0,003 \text{ мм}^2$, покрыты плотно прилежащим периневрием, толщиной – $0,896 \pm 0,002 \text{ мкм}$. Интересно отметить, что несмотря на достоверное снижение ($p \leq 0,05$) толщины периневрия в 4 раза в сравнении с земноводными, соотношение этого показателя к площади

нервного пучка, осталось без изменений. В толще периневрия встречаются единичные кровеносные сосуды. Миелиновые и безмиелиновые волокна в нервных пучках расположены достаточно плотно и компактно, прослойки эндоневрия тонкие, их ширина составила – $0,783 \pm 0,015 \text{ мкм}$, в поле зрения встречаются единичные мелкие кровеносные сосуды.

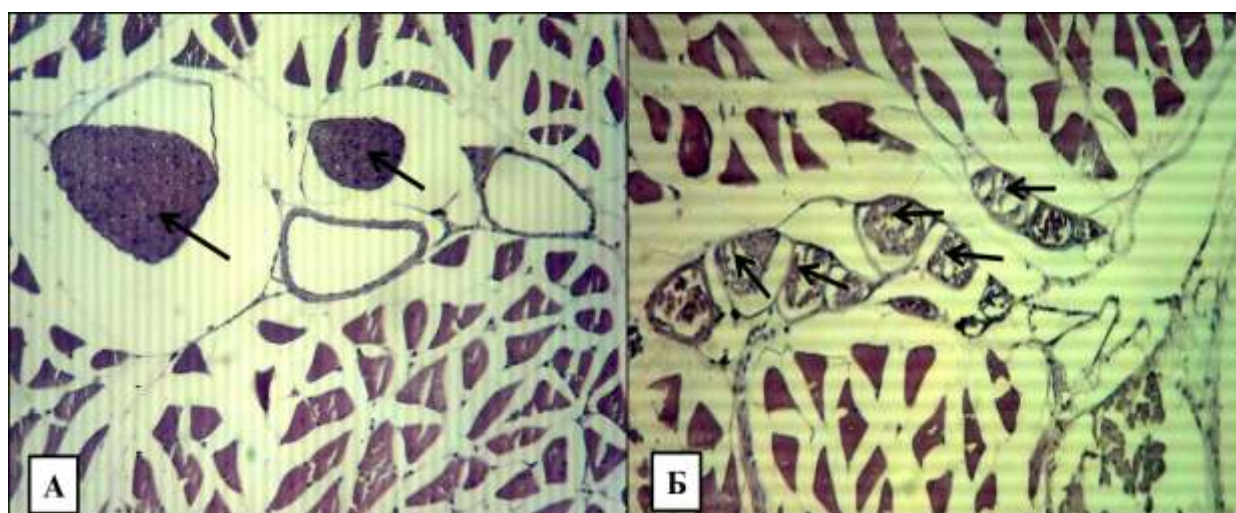


Рис. 3. Микрофотография сосудисто-нервных пучков нерва разгибателей (А) и нервов сгибателей (Б) в области средней трети плеча у представителей класса пресмыкающихся. Окрашено гематоксилином и эозином. Ув. х 200

На левой конечности количество нервных стволов в СНП нерва разгибателей было больше, чем на правой конечности и составило – 4 нервных пучка, два из которых, площадью поперечного сечения – $0,011 \pm 0,002 \text{ мм}^2$ и $0,012 \pm 0,001 \text{ мм}^2$, находились в общем фасциальном футляре и были разделены тонкой прослойкой периневрия. Два других, большего диаметра (их площадь составила – $0,018 \pm 0,002 \text{ мм}^2$ и $0,020 \pm 0,002 \text{ мм}^2$), были разделены соединительнотканными прослойками межпучкового эпинеурия и находились на некотором расстоянии друг от друга. Площадь поперечного сечения окружающей соединительной ткани была в 1,2 раза меньше, чем на правой конечности и составила $0,116 \pm 0,001 \text{ мм}^2$. В поле зрения преобладали клетки резиденты (фибробласты – 29%, фиброциты – 15%, макрофаги – 21%) и мастоциты, на долю которых

приходилось – 21% от общего числа клеток. Тонкий, плотно прилегающий периневрий, толщиной – $1,306 \pm 0,002$ не имел подразделения на слои. Нервные пучки образованы плотно прилежащими друг к другу, миелиновыми и безмиелиновыми волокнами, диаметры которых превышали значения на правой конечности (табл. 1).

Корреляционный анализ между площадью поперечного сечения СНП ($S_{\text{снп}}$), площадью нервного ствола ($S_{\text{нп}}$) и площадью окружающей соединительной ткани ($S_{\text{ст}}$) выявил наличие корреляционных связей разной силы. Согласно шкале английского статистика Чеддока, между площадью поперечного сечения СНП и площадью поперечного сечения соединительной ткани у всех животных существует весьма высокая тесная связь. В нервах сгибателей между площадью поперечного сечения нервного ствола и площадью поперечного сечения всего

СНП выявлена слабая прямая корреляционная связь. Между площадью поперечного сечения нервного ствола и площадью поперечного сечения соединительной ткани выявлена обратная зависимость, у представителей класса земноводных – высокая отрицательная, у представителей класса пресмыкающихся – умеренная отрицательная. В СНП нерва разгибателей было получено значение коэффициента корреляции Пирсона от

0,34 до 0,99, что также соответствуют высокой тесноте связи между площадью поперечного сечения СНП и площадью поперечного сечения соединительной ткани. Между площадью поперечного сечения нервного ствола и площадью поперечного сечения всего СНП выявлена умеренная прямая корреляционная связь (табл. 2). Данные корреляционные связи являются статистически значимыми при $p < 0,01$.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа (по Пирсону) между некоторыми компонентами сосудисто-нервного пучка периферических нервов у представителей класса земноводные и пресмыкающиеся

№ п/п	Название животного	Название конечности	Корреляционный анализ между		
			$S_{\text{СНП}} + S_{\text{СТ}}$	$S_{\text{СНП}} + S_{\text{НП}}$	$S_{\text{НП}} + S_{\text{СТ}}$
Периферические нервы сгибателей					
1	Лягушка прудовая (Pelophylax lessonae)	правая	0,99	0,27	-0,85
		левая	0,94	0,25	-0,75
2	Ящерица прыткая (Lacerta agilis)	правая	0,79	0,17	-0,43
		левая	0,98	0,25	-0,52
Периферический нерв разгибателей					
3	Лягушка прудовая (Pelophylax lessonae)	правая	0,97	0,01	0,23
		левая	0,99	0,36	0,28
4	Ящерица прыткая (Lacerta agilis)	правая	0,91	0,36	0,11
		левая	0,91	0,34	0,10

Выводы

1. Анализ полученных морфометрических данных, выявил, что более статичной структурой в периферическом нерве является проводниковый аппарат, а более динамичной – невральные оболочки. При этом, наиболее ярко выраженные структурные изменения наблюдаются в сосудисто-нервных пучках нервов сгибателей.

2. Изменение размеров одной невральной оболочки происходит в тесной взаимосвязи с морфометрическими характеристиками другой, что вполне объяснимо общностью их тканевого строения. В частности, достоверное ($p \leq 0,05$) уменьшение площади эпинеурия от земноводных к пресмыкающимся, в 9 раз в нервах сгибателей и в 3 раза в нерве разгибателей, приводит к снижению толщины перинеурия в 3,3 раза.

3. Анализ клеточного компонента волокнистой соединительной ткани эпинеу-

рия выявил, что на фоне преобладания клеток резидентов у всех изученных позвоночных животных, у представителей класса земноводных наблюдается преобладание клеток фибробластического ряда в 1,2 раза, в сравнении с представителями класса пресмыкающихся, что обуславливает большее значение клеточного индекса в 1,3 раза.

4. В строении периферических нервов грудной конечности в области средней трети плеча, на микроскопическом уровне были получены морфологические признаки билатеральной асимметрии.

5. Проведенный корреляционный анализ между компонентами сосудисто-нервного пучка нерва разгибателей и нервов сгибателей выявил прямую высокую и очень высокую корреляционную зависимость между площадью поперечного сечения сосудисто-нервного пучка и площадью окружающей волокнистой соединительной ткани эпинеурия.

Автор данной статьи подтверждает отсутствие финансовой поддержки / конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Литература

1. Антонов И.П. Периферическая нервная система // Наука и техника. 1990. №3. С.158-165.
2. Савельева Е.С. Исследование локализации инсулин-, глюкагон-, соматостатин- позитивных клеток островков Лангерганса в различные периоды годового цикла бесхвостых земноводных (Anura) // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2013. №1. С. 7-10.
3. Семенов С.Н., Алексеева Н.Т., Фетисов С.О. Полиморфизм нейронов спинномозговых узлов при повреждении периферических сенсорных волокон вследствие нанесения глубокой раны мягких тканей // Журнал анатомии и гистопатологии. 2013. Т. 2, №1. С. 46-52.
4. Рассел С.М. Диагностика поврежденных периферических нервов. М.: БИНОМ, 2009. 251 с.
5. Сигалевич Д.А. Оболочки нерва – основа интеграции нервного ствола. В кн.: 2-я Закавказская конференция морфологов: тезисы докладов. Баку, 1978. С. 330-331.
6. Умовист М.Н., Чайковский Ю.Б. Современные представления о строении и функции оболочек нерва // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1987. Т. 12, №1. С. 89-95.
7. Царев А.А., Кошарный В.В. Структурные изменения сосудисто-нервного пучка поперечно-полосатой мускулатуры конечностей при повреждении периферических нервов // Вестник проблем биологии и медицины. 2012. Т. 2, №2. С. 9-15.
8. Балеева Н.В. Грудной пояс амфибий: учебное пособие. СПб.: Санкт-Петербургский университет, 2009. 149 с.
9. Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л. Анатомия лягушки: практическое пособие. Москва: Высшая школа, 1994. 320 с.
10. Carbone L. Pain in Laboratory Animals: The Ethical and Regulatory Imperatives // PLoS ONE. 2011. Vol. 6, Is. 9. e 21578.
11. Hampson J. Law relation to animal experimentation // Laboratory animals: an introduction for new experimenters / ed.: A.A. Tuffery. Chichester, UK: J.Wiley and Sons Ltd, 1990. P. 21-52.
12. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 384 с.

References

1. Antonov IP. Perifericheseskaja nervnaja sistema [Peripheral nervous system]. *Nauka i tehnika [Science and Technology]*. 1990; 3: 158-165. (in Russian)
2. Savel'eva ES. Issledovanie lokalizacii insulin-, gljukagon-, somatostatin- pozitivnyh kletok ostrovkov Langergarsa v razlichnye periody godovogo cikla beshvostyh zemnovodnyh (Anura) [Investigation of localization of insulin, glyukagon-, somatostatin- positive cells of islets of Langerhans in the different periods of the annual cycle of tailless amphibians (Anura)]. *Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova [I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald]*. 2013; 1: 7-10. (in Russian)
3. Semenov SN. Polimorfizm neyronov spinnomozgovykh uzlov pri povrzhdenii perifericheskikh sensorynyh volokon vsledstvie nanesenija glubokoj rany mjagkih tkanej [Polymorphism of the neurons of the spinal units in case of damage peripheral sensory fibers as a result of the application of deep soft tissue wounds]. *Journal anatomii I gistopatologii [Journal of Anatomy and gistopatologii]*. 2013; 2 (1): 46-52. (in Russian)
4. Rassel SM. *Diagnostika povrezhdenij perefiricheskikh nervov [Examination of Peripheral Nerve Injuries]*. Moscow: Binom; 2009. 251 p. (in Russian)

5. Sigalevich DA. Obolochki nerva – osnova integracii nervnogo stvola [Nerve tunic – the foundation of integration of the nerve trunk]. In: *2-ja Zakavkazkaja konferencija morfologov: tezisы dokladov [The second Transcaucasian Conference morphologists: abstracts]*. Baku: 1978. p. 330-331. (in Russian)
6. Umovist MN. Sovremennye predstavlenija o stroenii i funkcii obolochek nerva [The modern ideas about the structure and function of nerve tunic]. *Arhiv anatomii gistologii i embriologii [The archive of Anatomy Histology and Embryology]*. 1987; 12 (1): 89-95. (in Russian)
7. Carev AA. Strukturnye izmenenija sosudisto-nervnogo puchka poperechnopolosatoj muskulatury konechnostej pri povrezhdenii perifericheskikh nervov [The structural changes of the neurovascular bundle of the striated muscles of the limbs with peripheral nerve injury] *Vestnik problem biologii i mediciny [The herald of the problems of Biology and Medicine]*. 2012; 2(2): 9-15. (in Russian)
8. Baleeva NV. *Grudnoj pojas amfibij: uchebnoe posobie [Pectoral girdle of amphibians: a tutorial]*. SPb: Sankt-Peterburgskij universitet; 2009. 149 p. (in Russian)
9. Nozdrachev AD. *Anatomija ljagushki: praktičeskoe [Anatomy of frog: a practical]*. Moscow: Vysshaja shkola; 1994. 320 p. (in Russian)
10. Carbone L. Pain in Laboratory Animals: The Ethical and Regulatory Imperatives. *PLoS ONE*. 2011; 6(9): e21578.
11. Hampson J. Law relation to animal experimentation. In: Tuffery A.A., ed. *Laboratory animals: an introduction for new experimenters*. Chichester, UK: J.Wiley and Sons Ltd.; 1990. p. 21-52.
12. Avtandilov GG. *Medicinskaja morfometrija [Medical morphometry]*. Moscow: Medicine; 1994. 384 p. (in Russian)

Затолокина М.А. – к.м.н., доцент кафедры гистологии, эмбриологии, цитологии Курского государственного медицинского университета.
E-mail: marika1212@mail.ru