

УДК 591.483:599.35/38

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ ДЛИННЫХ ВЕТВЕЙ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ В ОБЛАСТИ СРЕДНЕЙ ТРЕТИ ПЛЕЧА У НАСЕКОМОЯДНЫХ ПЛАЦЕНТАРНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

**Затолокина М.А.**

*ГБОУ ВПО «Курский Государственный медицинский университет Минздрава России»,  
Курск, e-mail: marika1212@mail.ru*

Проведенное макро-микроскопическое изучение особенностей организации периферических нервов плечевого сплетения, иннервирующих мышцы-антагонисты, в области средней трети плеча у представителей отряда насекомоядных – еж европейский, показало, что «нервы-сгибатели» имеют достоверно ( $p \leq 0,05$ ) большие значения площади поперечного сечения нервных пучков с сравнении с «нервом-разгибателем». Для представителей отряда насекомоядных характерна билатеральная асимметрия в строении периферических нервов плечевого сплетения, иннервирующих мышцы-антагонисты, подтверждаемая тем, что при изучении конкретных морфологических параметров преобладала одна из конечностей. Эпинеурий, окружающий нервные пучки, занимал достоверно большую площадь в «нервах-сгибателях», преимущественно на левой конечности. Средние значения толщины перинеурия, покрывающего нервные пучки, при сравнении «нервов-сгибателей» и «нерва-разгибателя» были недостоверными, что свидетельствует о том, что данный параметр не имеет существенного функционального значения. Нервы, иннервирующие мышцы-разгибатели содержат в своем составе нервные пучки, образованные большим количеством миелиновых нервных волокон, чем нервы, иннервирующие мышцы-сгибатели. Полученные нами данные могут быть использованы при рассмотрении таких теоретических вопросов, как сравнительно-анатомический анализ плечевого сплетения млекопитающих в целом, внутривольное строение периферических нервов и особенности формирования отдельных нервных стволов, а также представляют интерес для териологии и систематики.

**Ключевые слова:** периферические нервы, перинеурий, эпинеурий, сосудисто-нервный пучок, миелиновая оболочка, «нерв-сгибатель», «нерв-разгибатель», еж европейский

## FEATURES OF THE ORGANIZATION OF THE PERIPHERAL NERVES OF THE BRACHIAL PLEXUS BRANCH LENGTHS IN THE MEDIUM THIRD OF THE SHOULDER INSECTIVOROUS PLACENTAL MAMMALS

**Zatolokina M.A.**

*Kursk Stat Medical University, Kursk, e-mail: marika1212@mail.ru*

Histological study the features of the organization of the peripheral nerves of the brachial plexus that innervate the muscle – antagonists, representatives of the order Insectivora – European hedgehog, found that «the flexor nerve» values are significantly larger cross-sectional area of the nerve bundles compared with «extensor nerve». For members of the order Insectivora characterized by bilateral asymmetry in the structure of the peripheral nerves of the brachial plexus. Epineurium surrounding the nerve bundles, takes significantly larger area in the «flexor nerves», mainly on the left leg. Averages perineurium thickness covering nerve bundles of nerves by comparison of the lateral and medial surface of the shoulder were not valid, indicating that the small functional significance of this parameter. The nerves that innervate the muscles-extensors contain in their composition nerve bundles formed by a large number of myelinated nerve fibers than nerves innervating flexor. Our findings can be used when dealing with such theoretical questions as: comparative anatomical analysis of the brachial plexus of mammals in general, thin structures of the peripheral nerves and features of the formation of individual nerve trunks.

**Keywords:** peripheral nerves, perineurium, epineurium, the neurovascular bundle, the myelin sheath, «nerve – bender», «nerve – extensor», european hedgehog

Изучение микроструктурных особенностей периферической нервной системы на примере ветвей плечевого сплетения имеет под собой уже полувековую историю, но несмотря на это, до сих пор остается много нерешенных и дискуссионных вопросов [4, 5, 10]. Изучение особенностей строения периферических нервов у позвоночных животных, а именно у насекомоядных связано с процессами эволюции, в результате которой изменение формы конечности в связи с изменением ее функции приводит к изменению в строении стромального и проводникового аппаратов периферического нерва [7, 9]. Наибольшим эволюционным

изменениям подверглась грудная конечность в связи с ее полифункциональностью (6, 8, 11). Несмотря на то, что насекомоядные являются низшим звеном плацентарных млекопитающих в их центральной нервной системе произошли существенные морфофункциональные перестройки, особенности которых достаточно хорошо изложены в современной литературе. Некоторые аспекты периферической нервной системы насекомоядных были рассмотрены в работах Ю.Ю. Ильиной (1993 г.), которая провела сравнительное анатомическое изучение кожно-мышечного и лучевого нервов у трех семейств отряда насекомоядных.

В изученной нами литературе отсутствуют сведения об особенностях организации стромального компонента периферических нервов грудной конечности, нет работ, в которых бы проводилось комплексное изучение сосудисто-нервных пучков периферических нервов, иннервирующих мышцы-антагонисты грудной конечности. Перечисленные обстоятельства и определили цель нашего исследования.

**Цель исследования:** изучить макро- и микроструктурные особенности организации периферических нервов, иннервирующих мышцы-антагонисты в области средней трети плеча у представителей отряда насекомых.

### Материалы и методы исследования

Комплексное морфологическое изучение периферических нервов проведено на грудной конечности ежей (еж обыкновенный или европейский – *Erioseus eugoraeus*), в связи с ее большей полифункциональностью. Исследование выполнено на 40 органокомплексах сосудисто-нервного пучка, «нервов-сгибателей» и «нервов-разгибателей», полученных от обеих конечностей насекомых в области средней трети плеча. Все исследуемые животные перед введением в эксперимент находились на двухнедельном карантине в экспериментально-биологической клинике (виварий) КГМУ. Обращение с животными, их содержание и умерщвление проводилось в соответствии с конвенцией «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных целях», принятой Советом Европы (Страсбург, 1986 г.).

Полученный материал фиксировали в 10% водном растворе нейтрального (кальциевого) 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 (окраска миелиновых оболочек), толудиновым синим по Нисслию. Для анализа полученных гистологических препаратов проводилась их микроскопия и описательная морфология. Морфометрия проводилась на цифровых микрофотографиях, полученных с помощью оптической системы микроскопа Leica-CME и окулярной фотонасадки DCM-510 с использованием программы анализа изображений «ImageJ». Данные, полученные в условных единицах (пикселях), были переведены в абсолютные единицы (мкм) с помощью специально выведенных коэффициентов для различных увеличений микроскопа.

На поперечных срезах сосудисто-нервных пучков определяли количество первичных нервных пучков, образующих «нерв-сгибатель» или «нерв-разгибатель»; по кариологическим признакам определяли соотношение разных типов клеток в окружающей нервной стволы соединительной ткани; измеряли площадь поперечного сечения сосудисто-

нервного пучка, окружающей соединительной ткани, нервных стволов; максимальные и минимальные диаметры нервных пучков; 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, ранее названных, параметров определяли минимальное и максимальное значения, среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической. Достоверность различий определяли с помощью непараметрического критерия Вилкоксона – Манна – Уитни. 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 КГМУ.

### Результаты исследования и их обсуждение

Общеизвестным является тот факт, что плечевое сплетение – это своеобразный след эволюционных перестроек мышечной системы конечности, направленных на реализацию определенной ее статолокомоторной функции [1]. В сравнении с более «низшими» животными при общем уменьшении числа спинномозговых корешков, формирующих сплетение, наблюдаются осложнения в виде более интенсивных переплетений, появление связи между нервами, увеличение степени их интеграции. Плечевое сплетение у изученного представителя отряда насекомых (*Isectivora*) – *Erioseus eugoraeus*, образовано  $C_5 - C_8$  сегментами спинного мозга. Ход периферических нервов совпадает с описанием в изученной литературе [2, 3]. К «нервам-сгибателям» были отнесены *n. medianus* и *n. ulnaris*, расположенные в параллели с плечевой артерией. «Нерв-разгибатель» или *n. radialis* в средней трети плеча располагался на латеральной поверхности плеча практически на надкостнице. Макроскопически периферические нервы выглядели в виде плотных белых шнуров разного диаметра, покрытых соединительно-тканевыми оболочками (рис. 1).

При гистологическом изучении сосудисто-нервных пучков на медиальной и латеральной поверхностях плеча было выявлено, что их форма была овальной («нерв-разгибатель») или треугольной («нервы-сгибатели»). Все сосудисто-нервные пучки были покрыты общим тонким фасциальным футляром. Площадь поперечного сечения сосудисто-нервного пучка была больше на медиальной поверхности плеча с преобладанием показателей на левой конечности. «Нерв-разгибатель» образован тремя пучками разного диаметра, пучок большего диаметра распола-

гается ближе к магистральным сосудам, два пучка меньшего диаметра разделены тонким периневрием и покрыты общим периневральным футляром (рис. 2). На правой конечности нервные пучки расположены на некотором расстоянии друг от друга и разделены прослойками эпинеурия, образованного рыхлой волокнистой соединительной тканью и белой жировой. «Нервы-сгибатели» были образованы 5-ю пучками слева или 3–4 на правой конечности (рис. 2).

Все нервные пучки были покрыты плотно прилежащим периневрием, толщина которого варьировалась от  $5,3 \pm 0,10$  мкм до  $6,7 \pm 0,20$  мкм в «нервах-разгибате-

лях» и от  $5,8 \pm 0,20$  мкм до  $7,2 \pm 0,10$  мкм в «нервах-сгибателях», с преобладанием этого показателя на левой конечности. Максимальные и минимальные значения диаметров нервных пучков были достоверно ( $p \leq 0,05$ ) большими, так же на левой конечности (рис. 3).

Нервные пучки образованы миелиновыми и безмиелиновыми нервными волокнами, соотношения которых представлены на рис. 4. Между нервными волокнами располагались прослойки эндоневрия, состоящего из рыхлой волокнистой соединительной ткани, содержащей мелкие кровеносные сосуды (1–2 в поле зрения).

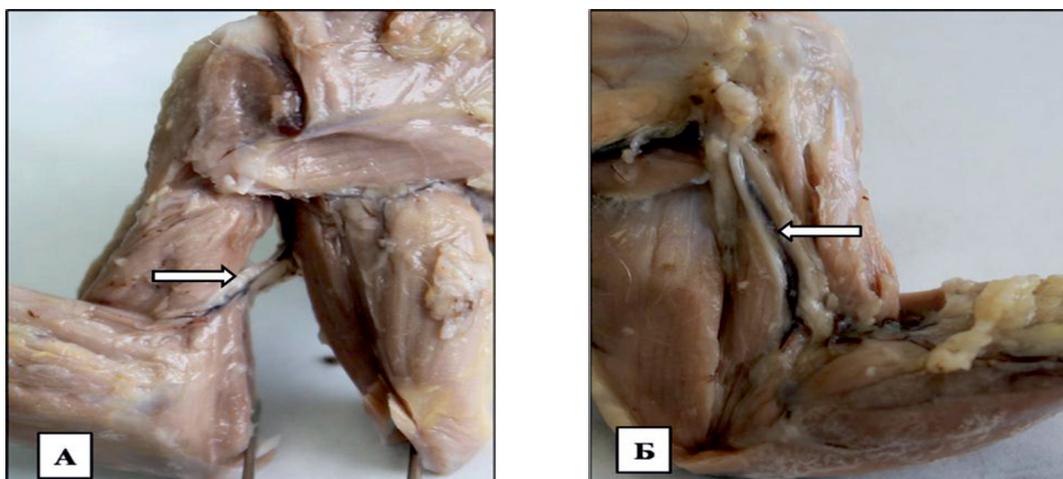


Рис. 1. Микрофотография периферических нервов плечевого сплетения в области средней трети плеча у ежа европейского. «Нерв-разгибатель», иннервирующий мышцы латеральной поверхности плеча (А), «Нервы-сгибатели», иннервирующие мышцы медиальной поверхности (Б)

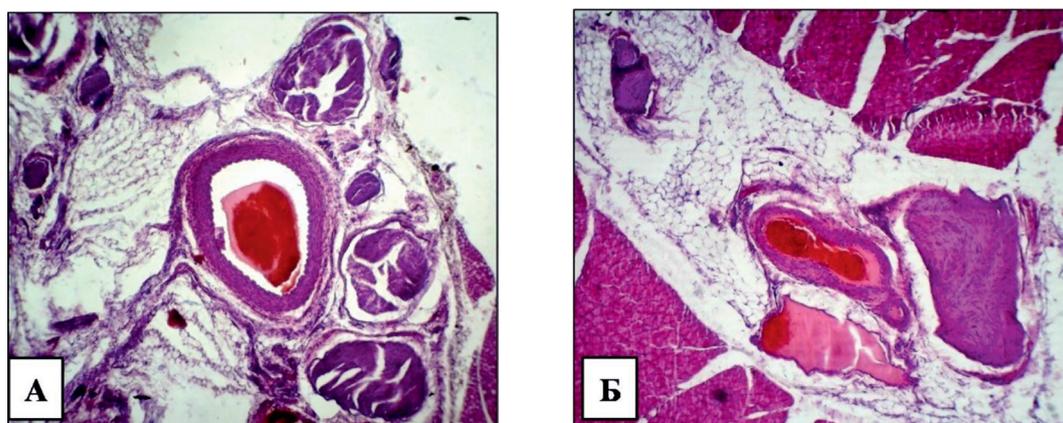


Рис. 2. Микрофотография сосудисто-нервных пучков периферических нервов плечевого сплетения в области средней трети плеча у ежа европейского. Правый «нерв-сгибатель» – А, левый «нерв-разгибатель» – Б



Рис. 3. Показатели максимальных и минимальных значений диаметра нервных пучков, образующих нервы-сгибатели и нервы-разгибатели на левой и правой грудных конечностях ежа европейского

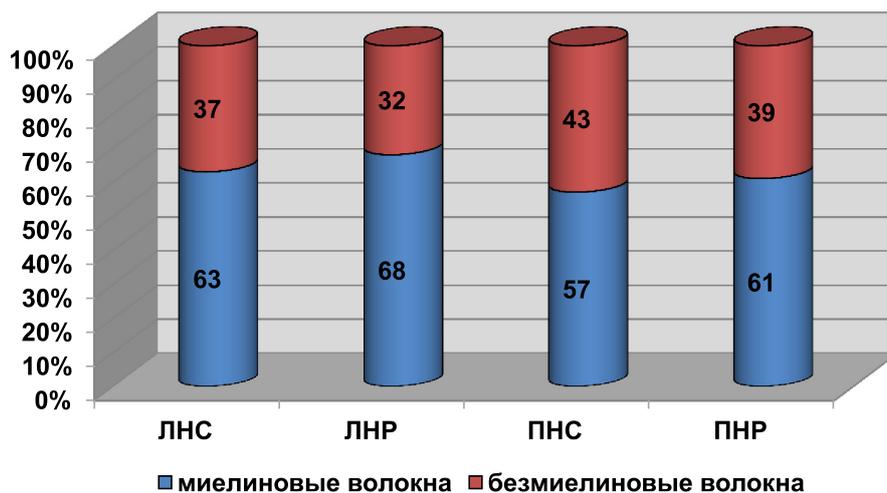


Рис. 4. Соотношение миелиновых и безмиелиновых нервных волокон в нервных пучках периферических нервов правой и левой грудной конечности ежа европейского

Интересно отметить, что прослойки эндоневрия были достоверно ( $p \leq 0,05$ ) шире и нервные волокна располагались более рыхло в «нервах-сгибателях», чем в «нервах-разгибателях».

#### Заключение

Микроскопическое изучение особенностей организации периферических нервов плечевого сплетения, иннервирующих мышцы-антагонисты, в области средней трети плеча показало, что «нервы-сгибатели» имеют достоверно ( $p \leq 0,05$ ) большие значения площади поперечного сечения нервных пучков с сравнением в «нервом-

разгибателем». Для представителей отряда насекомых характерна билатеральная асимметрия в строении периферических нервов плечевого сплетения, иннервирующих мышцы-антагонисты, подтверждаемая тем, что при изучении конкретных морфологических параметров преобладала одна из конечностей. Эпиневррий, окружающий нервные пучки, занимал достоверно большую площадь в нервах-сгибателях, преимущественно на левой конечности. Средние значения толщины периневрия, покрывающего нервные пучки, при сравнении «нервов-сгибателей» и «нерва-разгибателя» были не достоверными, это, возможно,

свидетельствует о том, что данный параметр не имеет существенного функционального значения. Нервы, иннервирующие мышцы-разгибатели содержали в своем составе нервные пучки, образованные большим количеством миелиновых нервных волокон, чем нервы, иннервирующие мышцы-сгибатели. Полученные нами данные могут быть использованы при рассмотрении таких теоретических вопросов, как сравнительно-анатомический анализ плечевого сплетения млекопитающих в целом, внутрисвязное строение периферических нервов и особенности формирования отдельных нервных стволов, при проведении лекционных курсов по сравнительной анатомии и нейрогистологии, в практической медицине – микронеурологии, травматологии, а также представляют интерес для термиологии и систематики.

### Список литературы

1. Ильина Ю.Ю. Сравнительная анатомия мышечно-лучевого нерва у некоторых насекомых: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Киев, 1993. – 22 с.
2. Калмин О.В. Морфологические факторы биомеханической надежности периферических нервов: Автореф. дис. канд. мед. наук. – Саранск, 1998. – 36 с.
3. Левкин Г.Г. Билатеральная асимметрия у животных при содержании в неволе // Асимметрия. – 2009. – № 1. – С. 29–36.
4. Лысенко Е.В. Общие и индивидуальные клинико-неврологические и электронейрографические особенности периферической нервной системы ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2009. – № 3. – С. 89–96.
5. Попович М.И. Изменения периферических нервов при их тракционной травме // Вопросы нейрохирургии. – 1988. – № 1. – С. 39–45.
6. Смоляр Е.М. Морфофункциональные параллели строения микроциркуляторного русла некоторых периферических нервов и параневрия / Е.М. Смоляр, А.А. Должиков, В.С. Польской // Органные особенности морфогенеза и реактивности тканевых структур в норме и патологии: Труды института / Крымский медицинский институт. – Симферополь, 1989. – Т. 125. – С. 33–36.
7. Турсунова Ю.П. Морфологические изменения пучков плечевого сплетения // Морфология. – 2009. – № 3. – С. 13.
8. Турсунова Ю.П. Морфометрические показатели миелиновых и безмиелиновых нервных волокон срединного нерва // Медицинская наука и образование Урала. – Тюмень, 2010. – С. 71–74.
9. Умовист М.Н. Современные представления о строении и функции оболочек нерва: Обзор литературы // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1987. – Т. 92, № 1. – С. 89–96.
10. Царев А.А. Структурные изменения сосудисто-нервного пучка поперечно-полосатой мускулатуры конечностей при повреждении периферических нервов / А.А. Царев, В.В. Кошарный // Вестник проблем биологии и медицины. – 2012. – Т. 2, № 2. – С. 9–15.

11. Щудло Н.А. Индекс невротизации и параметры мягкотных оболочек в пересеченном и регенерирующем нерве после плазматического склеивания торцов его отрезков и микрохирургического анастомозирования // Извест. Челябин. НЦ. – 2001. – № 4. – С. 82–87.

### References

1. P'ina Ju.Ju. Sravnitel'naja anatomija myshečno-kozhnogo i lucheвого nervov u nekotoryh nasekomojadnyh: Avtoref. dis. kand. biol. nauk. Kiev, 1993. 22 p.
2. Kalmin O.V. Morfologicheskie faktory biomechanicheskoj nadezhnosti perifericheskikh nervov: Avtoref. dis. kand. med. nauk. Saransk, 1998. 36 p.
3. Levkin G.G. Bilateral'naja asimmetrija u zhivotnyh pri sodержanii v nevole // Asimmetrija. 2009. no. 1. pp. 29–36.
4. Lysenko E.V. Obshhie i individual'nye kliniko-nevrologicheskie i jelektronejmiograficheskie osobennosti perifericheskoy nervnoj sistemy likvidatorov posledstvij avarii na Chernobyl'skoj AJeS // Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e». 2009. no. 3. pp. 89–96.
5. Popovich M.I. Izmenenija perifericheskikh nervov pri ih trakcionnoj travme // Voprosy neirohirurgii. 1988. no. 1. pp. 39–45.
6. Smoljar E.M. Morfofunkcional'nye paralleli stroenija mikrocirkuljatornogo rusla nekotoryh perifericheskikh nervov i paranevrija / E.M. Smoljar, A.A. Dolzhikov, V.S. Pol'skoj // Organnye osobennosti morfogeneza i reaktivnosti tkanevyh struktur v norme i patologii: Trudy instituta / Krymskij medicinskij institut. Simferopol', 1989. T. 125. pp. 33–36.
7. Tursunova Ju.P. Morfologicheskie izmenenija puchkov plechevogo spletenija // Morfologija. 2009. no. 3. p. 13.
8. Tursunova Ju.P. Morfometricheskie pokazateli mielinovyh i bezmielinovyh nervnyh volokon sredinnogo nerva // Medicinskaja nauka i obrazovanie Urala. Tjumen', 2010. pp. 71–74.
9. Umovist M.N. Sovremennye predstavlenija o stroenii i funkcii obolochek nerva: Obzor literatury // Arhiv anatomii, gistologii i jembriologii. 1987. T. 92, no. 1. pp. 89–96.
10. Carev A.A. Strukturnye izmenenija sosudisto-nervnogo puchka poperečno-polosatoj muskulatury konechnostej pri povrezhdenii perifericheskikh nervov / A.A. Carev, V.V. Kosharnyj // Vestnik problem biologii i mediciny. 2012. T. 2, no. 2. pp. 9–15.
11. Shhudlo N.A. Indeks nevrotizacii i parametry mjakotnyh obolochek v peresechenom i regenerirujushhem nerve posle plazmaticheskogo skleivanija torcov ego otrezkov i mikrohirurgicheskogo anastomozirovanija // Izvest. Cheljab. NC. 2001. no. 4. pp. 82–87.

### Рецензенты:

Иванов А.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии, эмбриологии, ГБОУ ВПО «КГМУ» Минздрава России, г. Курск;

Харченко В.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии человека, ГБОУ ВПО «КГМУ» Минздрава России, г. Курск.

Работа поступила в редакцию 30.12.2014.