



ОПЫТ КОНТРАСТИРОВАНИЯ СТРУКТУР ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ништ А.Ю.

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: nachmed82@mail.ru

Для цитирования:

Ништ А.Ю. Опыт контрастирования структур периферических нервов для прикладных анатомических исследований. Морфологические ведомости. 2021;30(2):620 [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30\(2\).620](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(2).620)

Резюме. Прикладные анатомические исследования строения и топографии периферических нервов и экспериментальные оперативные вмешательства на них с использованием лабораторных животных являются важным этапом разработки новых и совершенствования существующих методов реконструктивной микрохирургии периферической нервной системы. Целью настоящей работы явился поиск эффективных способов контрастирования структуры периферических нервов для точных морфологических исследований и топографо-анатомического обоснования внутритрунковых реконструктивных вмешательств на нервах. На анатомическом материале, включавшем 18 фиксированных верхних конечностей трупов людей и 10 нефиксированных трупов лабораторных животных (кроликов) апробированы приемы контрастирования основных структур нервных стволов. Ключевыми техническими приемами являлись субпериневральное и субэпинеуральное введение фотоконтрастной смеси и установка в ствол нерва рентгеноконтрастной метки для исследования особенностей скелетотопии нервного ствола на разных уровнях в целостном блоке тканей без препарирования. Разработанный метод позволил расширить возможности точных топографо-анатомических исследований и качественно улучшить демонстративность препаратов. Наилучшие результаты инъецирования отдельных периневральных футляров отмечались при использовании нефиксированного анатомического материала. На фиксированном и слабо фиксированном материале инъекции подкрашивающего состава под наружный эпинеурий способствовали повышению качества анатомических методов исследования, что особенно важно при изучении внутритрунковой микро топографии пучков нервного ствола. Введение внутрь нервов тончайшего металлического проводника через вскрытый периневральный пучок с последующим рентгенологическим исследованием препаратов, исходя из нашего опыта, является технически выполнимым и демонстративным методом исследования топографии нервных стволов, включая приемы оценки степени их смещаемости при различных положениях сегментов конечностей. Таким образом, разработанный метод контрастирования структур периферических нервов расширяет возможности прикладных морфологических исследований их внутритрунковой топографии, а использование нефиксированного анатомического материала позволяет выполнить контрастирование отдельных периневральных футляров жидкими составами.

Ключевые слова: периферические нервы; анатомическая техника; топографическая анатомия; рентгеновское контрастирование; анатомические препараты

Статья поступила в редакцию 11 октября 2021
Статья принята к публикации 01 мая 2022

THE EXPERIENCE OF THE CONTRASTING OF PERIPHERAL NERVES STRUCTURES FOR APPLIED ANATOMICAL RESEARCHES

Nisht AYu

Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: nachmed82@mail.ru

For the citation:

Nisht AYu. The experience of the contrasting of peripheral nerves structures for applied anatomical researches. Morphologicheskie Vedomosti – Morphological newsletter. 2022;30(2):620 [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30\(2\).620](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(2).620)

Summary. Applied anatomical studies of the structure and topography of peripheral nerves and experimental surgical interventions on them using laboratory animals are an important stage in the development of new and improvement of existing methods of reconstructive microsurgery of the peripheral nervous system. The aim of this work was to find effective methods for contrasting the structure of peripheral nerves for precision morphological studies and topographic and anatomical substantiation of intra-truncal reconstructive interventions on the nerves. On the anatomical material, which included 18 by usual formaldehyde techniques fixed upper limbs of human corpses and 10 non-fixed corpses of laboratory rabbits, methods of contrasting the main structures of the nerve trunks were tested. The key techniques were the sub-perineurial and sub-epineurial injection of a photocontrast mixture and the installation of an X-ray contrast marker in the nerve trunk to study the features of the nerve trunk skeletotopy at different levels in an integral block of tissues without preparation. The developed method allowed expanding the possibilities of precision topographic and anatomical studies and qualitatively improving the demonstrativeness of preparations. The best results of injection of individual perineurial sheaths were observed when using non-fixed anatomical material. On fixed and weakly fixed material, injections of a tinting composition under the external epineurium contributed to an increase in the quality of anatomical research methods, which is especially important when studying the intratruncal microtopography of the nerve trunk bundles. The introduction of the thinnest metal conductor into the nerves through the opened perineurial bundle with subsequent x-ray examination of preparations, based on our experience, is a technically feasible and demonstrative method for studying the topography of the nerve trunks, including methods for assessing the degree of their displacement at various positions of the limb segments. Thus, the developed method for contrasting peripheral nervous structures expand the possibilities of applied morphological studies of their intratruncal topography, and the use of non-fixed anatomical material makes it possible to perform contrasting of individual perineurial sheaths with liquid formulations.

Key words: peripheral nerves; anatomical technique; topographic anatomy; X-ray contrasting; anatomical preparations

Article received 11 October 2021
Article accepted 01 May 2022

Введение. Прикладные анатомические исследования строения и топографии периферических нервов и экспериментальные оперативные вмешательства на них с использованием лабораторных животных являются важным этапом разработки новых и совершенствования существующих методов реконструктивной микрохирургии периферической нервной системы [1–4]. Возможности современной диагностической аппаратуры позволяют выполнять высокоинформативные исследования прижизненной морфологии сосудисто-нервных пучков как на этапе предоперационного планирования, так и в ходе хирургического вмешательства, что предоставляет возможность реализовать на практике индивидуализированный подход в лечении пациентов с травмами и заболеваниями периферических нервов [5–7]. Вместе с тем, традиционные методы исследования особенностей строения, топографии и индивидуальной анатомической изменчивости нервов, наряду с ранее указанными, не утрачивают своей значимости в решении фундаментальных вопросов и прикладных задач современных медицинских исследований.

Целью исследования настоящей работы являлся поиск эффективных способов контрастирования структуры периферических нервов для прецизионных морфологических исследований и топографо-анатомического обоснования внутривольных реконструктивных вмешательств на нервах.

Материалы и методы исследования. Для решения прикладных топографо-анатомических задач применялись различные приемы контрастирования нервов. Контрастирование отдельных периневральных футляров седалищного нерва выполняли на 10 трупах лабораторных животных (кроликов). Визуализацию нервов выполняли через латеральный доступ с использованием 2,5-кратного оптического увеличения (бинокулярная лупа с налобным осветителем Heine ML4-LED, Германия). Заполнение отдельных периневральных футляров фотоконтрастной смесью выполняли через катетер для внутривенных инъекций. Катетер устанавливали субпериневрально в больше-

берцовый или общий малоберцовый пучок седалищного нерва на уровне подколенной ямки и ориентировали в краниальном направлении. Контрастную смесь для инъекций готовили на основе жидкого силикона с добавлением пигмента черного цвета. На 18 верхних конечностях фиксированных трупов людей для исследования особенностей скелетотопии нервов предплечья и кисти выполняли введение в состав нервного ствола проволочного проводника для ангиографического катетера. В состав исследуемого нерва проксимально ориентированный проволочный проводник вводили через мобилизованный, и вскрытый периневральный футляр одного из пучков дистальной ветви нервного ствола. Исследование проекции нервных стволов на костные ориентиры проводили на рентгенограммах конечностей, выполненных с помощью цифрового рентгенологического аппарата Philips Mobail Diagnost Opta (Италия-Нидерланды). На последующих этапах исследования особенностей внутривольной топографии нервов перед препарированием отдельных периневральных футляров выполняли инъекции шприцем под наружный эпинеурий подкрашивающей смеси на основе глицерина.

Результаты исследования и обсуждение. Контрастирование структуры для повышения демонстративности анатомических исследований нервов является продолжительным и трудоемким технологическим процессом. Распространение контрастной массы внутри нервных стволов происходит крайне медленно, окрашивание структур нервов не всегда равномерно. Основное значение для выполнения фотоконтрастных инъекций нервов имеет качество анатомического материала и степень фиксации тканей. По результатам наших пробных опытов было выяснено, что введение контрастного состава внутрь периневральных футляров нервов с окрашиванием расположенных в них структур технически возможно при работе с любым материалом, но наилучших результатов удастся добиться только при работе со свежим нефиксированным. Так, при работе с периневральными футлярами седалищного нерва кроликов, тотчас

после выведения экспериментальных животных из опыта введение подкрашивающей смеси субпериневрально позволяло контрастировать отдельные пучки на всем протяжении сегмента (рис. 1).

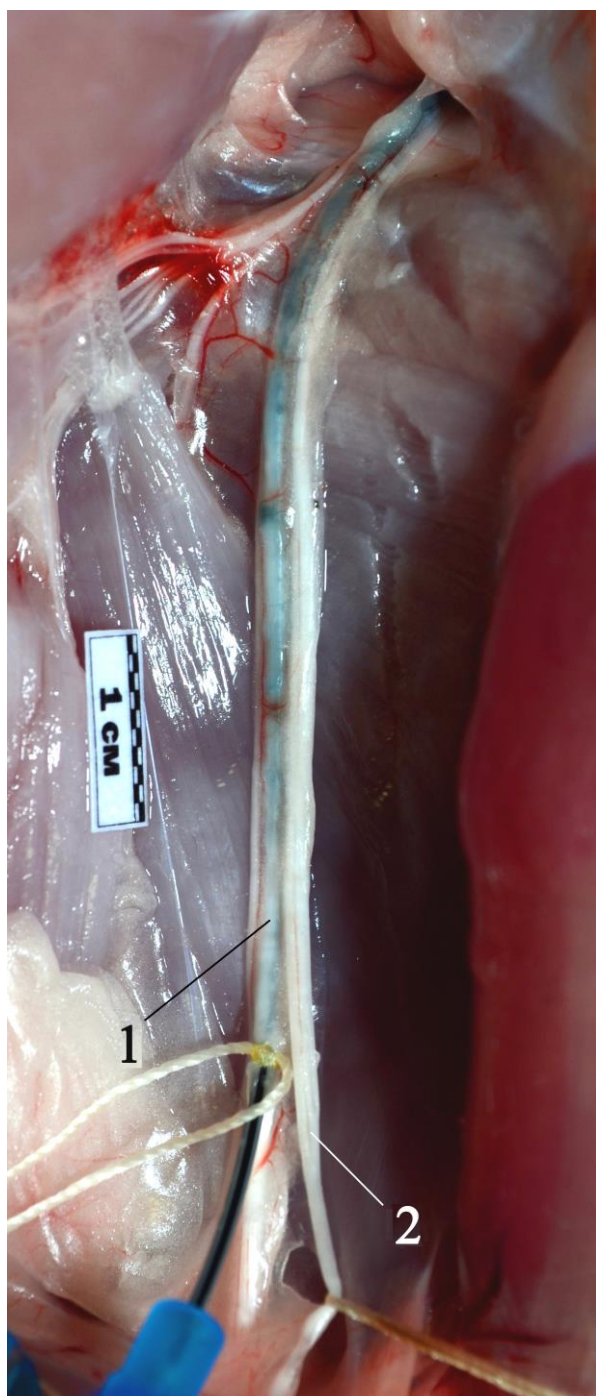


Рис. 1. Вид седалищного нерва кролика после введения контрастной массы в периневральный футляр большеберцового нерва. Обозначения: 1 – большеберцовый нерв, 2 – общий малоберцовый нерв.

Выявленное по результатам инъекционных исследований отсутствие связей между большеберцовым и общим мало-

берцовым периневральными футлярами было подтверждено на последующем этапе прецизионного препарирования. Эти данные были использованы при выполнении экспериментальных исследований с моделированием внутривольных реконструктивно-пластических манипуляций на нервах лабораторных животных.

Во избежание повреждения периневрия установку катетера необходимо выполнять под визуальным контролем с использованием оптического увеличения. Фиксация катетера лигатурой должна выполняться до момента извлечения проводника из просвета во избежание перекрытия его просвета. Введение контрастной массы внутрь периневрального футляра является самым ответственным и продолжительным этапом всего процесса. Мы не использовали специальных механических нагнетателей и непосредственно инъекцию смеси выполняли шприцем объемом 10 мл. Выбор данного объема шприца был обусловлен стремлением снизить давление смеси на периневрий по сравнению с использованием шприцев меньшего объема. Введение контрастной массы производилось под визуальным контролем, медленно, не развивая при этом значительного давления на поршень шприца. Избыточное давление на поршень может привести к разрыву периневрия, определяемого по резкому уменьшению сопротивления введению контрастной массы и выходу ее за пределы футляра, что становится причиной порчи препарата. При возникновении сопротивления движению поршня необходимо приостановить введение вещества на 2–3 минуты для постепенного распределения массы внутри периневрального пучка. По окончании паузы введение контраста следует возобновить с постепенным увеличением давления на поршень.

На фиксированных и слабо фиксированных конечностях трупов введение контрастной смеси субпериневрально в отдельные пучки нервов даже после правильной установки и закрепления катетера приводило к разрывам периневральной оболочки и выходу инъекционной массы за пределы контрастируемого пучка. По этой причине от субпериневрального вве-

дения смеси на фиксированном материале мы отказались в пользу субэпинеуральных инъекций, позволяющих селективно окрашивать внутренний эпиневрйй на ог-

субэпинеуральное введение массы выполняли через несколько доступов, при этом каждую последующую инъекцию для введения смеси производили на уровне гра-



Рис. 2. Этап препарирования ветвей локтевого нерва к локтевому сгибателю запястья после субэпинеурального введения подкрашивающего состава.

раниченном по протяженности участке исследуемых нервов (рис. 2).

При необходимости контрастирования протяженного сегмента нерва



Рис. 3. Рентгенограмма верхней конечности. Проекция на костные ориентиры металлического проводника, введенного в ствол срединного нерва.

ницы уже окрашенного участка. Введение подкрашивающего состава под наружный эпиневрйй создавало благоприятные условия для выполнения внутриствольной препарирования с использованием

средств оптического увеличения. Предварительное контрастирование внутреннего эпиневрия способствовало более аккуратному разъединению структур нерва, что позволяло избегать повреждений межпучковых соединительных ветвей.

Для исследования скелетотопии нервных стволов на различных уровнях сегментов конечностей опробован способ, позволяющий определять проекцию нервов по рентгенологическим ориентирам. В качестве рентгенконтрастной метки использовался тонкий металлический проводник от ангиографического катетера (рис. 3-4).

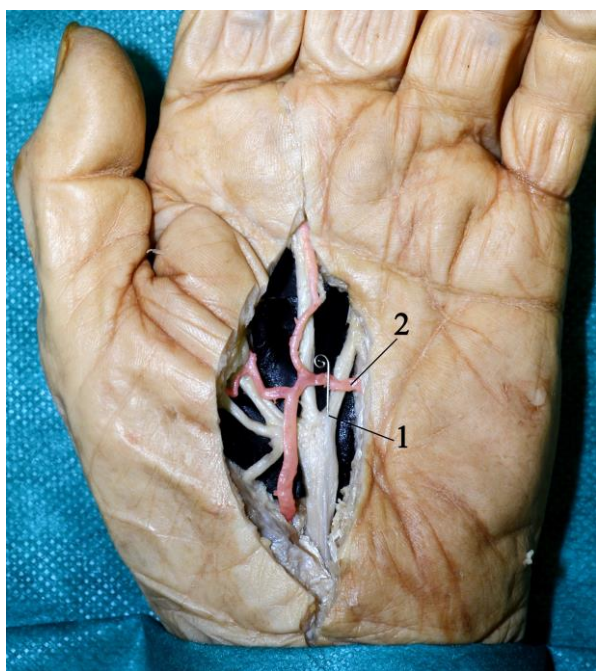


Рис. 4. Исследование скелетотопии срединного нерва. Внешний вид рентгенконтрастного проводника (1) в месте установки и его положение относительно поверхностной артериальной ладонной дуги (2).

Введение проводника в состав исследуемого нерва осуществляли через один из периневральных футляров нервного ствола. На этапе установки контрастной метки важным моментом считали придание конечности позиции, способствующей прямолинейному расположению контрастируемого нерва. Контрольные исследования с препарированием нервных стволов свидетельствовали о повреждении в нескольких случаях целост-

ности периневральных футляров и выходе проводника за пределы первоначально использованного футляра. Вместе с тем, во всех случаях контрастная метка оставалась внутри исследуемого нервного ствола, что подтверждало эффективность данного метода контрастирования нервов для оценки их проекции в тотальном анатомическом блоке тканей.

Заключение. Таким образом, разработанный метод контрастирования структур периферических расширяет возможности прикладных морфологических исследований их внутриствольной топографии. Использование нефиксированного анатомического материала позволяет выполнить контрастирование отдельных периневральных футляров жидкими составами. Инъекции подкрашивающей смеси под наружный эпиневрй на фиксированном и слабо фиксированном материале способствуют повышению качества анатомических методов исследования, что особенно важно при изучении внутриствольной микротопографии пучков на уровне формирования ветвей нервного ствола. Введение внутрь нервов металлического проводника через вскрытый периневральный пучок с последующим рентгенологическим исследованием препаратов является технически выполнимым методом исследования особенностей топографии нервных стволов, включая приемы оценки степени их смещаемости при различных положениях сегментов конечностей.

Литература References

1. Soubeyrand M, Melhem R, Protais M et al. Anatomy of the median nerve and its clinical applications. *Hand Surg. Rehabil.* 2020;39(1):2-18. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2019.10.197>
2. Vela FJ, Martinez-Chacn G, Ballestin A et al. Animal models used to study direct peripheral nerve repair: a systematic review. *Neural Regen Res.* 2020;15(3):491-502. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.2660683>.
3. Jia X, Chen C, Yang J, Yu C. End-to-side neurotization with the phrenic nerve in restoring the function of toe extension: an experimental study in a rat model. *J Plast Surg Hand Surg.* 2018;52(3):185-188. <https://doi.org/10.1080/2000656X.2017.14080174>.
4. Tateshita T, Ueda K, Kajikawa A. End-to-end and end-to-side neurorrhaphy between thick donor nerves and thin recipient nerves: an axon regeneration study in a rat model. *Neural Regen Res.* 2018;13(4) 699-703. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.230296>

5. Saltykova VG, Mit'kova MD. Rol' ekhografii v issledovanii perifericheskikh nervov konechnostey. Ul' trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika. 2011;3:93-106. In Russian
6. Zhurbin EA, Gajvoronskij AI, Dekan VS i dr. Diagnosticheskaya effektivnost' ul' trazvukovogo issledovaniya pri povrezhdeniyakh perifericheskikh nervov. Rossiyskiy neurokhirurgicheskiy zhurnal imeni professora A.L. Polenova. 2019;11(1):23-29. In Russian
7. Franco CD, Sala-Blanch X. Functional anatomy of the nerve and optimal placement of the needle for successful (and) safe nerve blocks. Curr Opin Anaesthesiol. 2019;32(5):638-642. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000776>

Автор заявляет об отсутствии каких-либо конфликтов интересов при планировании, финансировании и написании данной публикации.

The author declares that he have no conflicts of interest in the planning, financing and writing of this article.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ништ Алексей Юрьевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры оперативной хирургии (с топографической анатомией), Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;
e-mail: nachmed82@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Aleksey Yu. Nisht, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Operative Surgery (with Topographical Anatomy), Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia;
e-mail: nachmed82@mail.ru