

# Современные принципы оказания помощи при боевых повреждениях периферических нервов

Контакты:  
Алексей Иванович  
Гайворонский  
[don-gaivoronsky@ya.ru](mailto:don-gaivoronsky@ya.ru)

А.И. Гайворонский<sup>1</sup>, Д.В. Свистов<sup>1</sup>, И.Н. Исенгалиев<sup>2</sup>, Д.М. Исаев<sup>1</sup>, С.В. Коломенцев<sup>1</sup>,  
Л.И. Чуриков<sup>1</sup>, Д.А. Аверьянов<sup>1</sup>, Э.Ю. Малецкий<sup>1</sup>, К.А. Абакина<sup>1</sup>, М.А. Приймак<sup>1</sup>,  
Ш.Х. Гизатуллин<sup>2</sup>, Б.В. Ким-Скалийчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России; Россия,  
194044 Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6;

<sup>2</sup>ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. акад. Н.Н. Бурденко» Минобороны России; Россия,  
105094 Москва, Госпитальная пл., 3

На кафедре нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова разработана и внедрена новая концепция оказания помощи раненым с повреждениями периферических нервов.

В годы предыдущих военных конфликтов стандартной была выжидательная тактика лечения таких пострадавших. Реконструктивные вмешательства на нервах выполнялись не ранее 3–6 мес после ранения. Это обосновывалось тем, что нарушение функции нерва зачастую связано с контузионным механизмом (по типу невропраксии или аксонотмезиса) и восстановление проводимости могло произойти без операции.

За последнее десятилетие в Военно-медицинской академии активно развиваются такие методы нейровизуализации, как магнитно-резонансная нейрография и ультразвуковое исследование периферических нервов. Их применение (сразу по достижении заживления операционной раны после первичной хирургической обработки, а для магнитно-резонансной нейрографии – после удаления металлических инородных тел) в дополнение к не всегда информативной на ранних этапах, но традиционно используемой электронейромиографии позволяет подтвердить или исключить полный анатомический перерыв нервного ствола и определить патоморфологическую форму его повреждения. При сохранении морфологической целостности нерва раненому назначается консервативная (нейротрофическая, обезболивающая) терапия. При наличии патоморфологических изменений реконструктивные оперативные вмешательства на периферических нервах теперь проводятся в ранние сроки (3–6 нед) после ранения. Чем раньше будет выполнено реконструктивное вмешательство на нерве, тем с большей вероятностью и быстрее восстановится его функция.

Важнейшим элементом новой концепции оказания помощи раненым с повреждениями периферических нервов является тесное взаимодействие между нейрохирургами и неврологами, обеспечивающее преемственность оказания помощи на всех этапах лечения. Во-первых, это позволяет своевременно выявлять больных с клиническими признаками поражения периферической нервной системы в потоке поступающих пациентов хирургического профиля. Во-вторых, доказало свою эффективность в лечении невропатического болевого синдрома у данной категории пациентов на этапе до и после нейрохирургического вмешательства. В-третьих, за ранним выполнением реконструктивного вмешательства следует раннее восстановительное лечение под наблюдением врача-невролога.

**Ключевые слова:** боевая травма, повреждение нервов, шов нерва, ультразвуковое исследование нервов, огнестрельное ранение, невропатический болевой синдром, аутоневральная пластика, электронейромиография, магнитно-резонансная нейрография

**Для цитирования:** Гайворонский А.И., Свистов Д.В., Исенгалиев И.Н. и др. Современные принципы оказания помощи при боевых повреждениях периферических нервов. Нейрохирургия 2025;27(2):130–41.

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-130-141>

## Modern principles of medical treatment for combat injuries of peripheral nerves

A.I. Gaivoronsky<sup>1</sup>, D.V. Svistov<sup>1</sup>, I.N. Isengaliyev<sup>2</sup>, D.M. Isaev<sup>1</sup>, S.V. Kolomentsev<sup>1</sup>, L.I. Churikov<sup>1</sup>, D.A. Averyanov<sup>1</sup>, E.Yu. Maletsky<sup>1</sup>,  
K.A. Abakina<sup>1</sup>, M.A. Priymak<sup>1</sup>, Sh.H. Gizatullin<sup>2</sup>, B.V. Kim-Skaliychuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>S.M. Kirov Military Medical Academy, Ministry of Defense of Russia; 6 Akademika Lebedeva St., Saint Petersburg 194044, Russia;

<sup>2</sup>The Main Military Clinical Hospital Named after N.N. Burdenko, Ministry of Defense of Russia; 3 Gospital'naya Ploshchad', Moscow 105094, Russia

**Contacts:** Aleksey Ivanovich Gaivoronsky *don-gaivoronsky@ya.ru*

The Department of Neurosurgery of the S.M. Kirov Military Medical Academy has developed and implemented a new concept for providing assistance to the wounded with injuries to peripheral nerves.

During previous military conflicts, wait-and-see tactics for treating such victims were standard. Reconstructive interventions on nerves were performed no earlier than 3–6 months after injury. This was justified by the fact that impaired nerve function is often associated with a contusion mechanism and restoration of conductivity could occur without surgery.

In recent years, neuroimaging methods such as magnetic resonance neurography and ultrasound examination of peripheral nerves have been actively developed at the Military Medical Academy. Their use (immediately upon achieving healing of the surgical wound after primary surgical treatment, and for magnetic resonance neurography – after removal of metal foreign bodies), in addition to electroneuromyography, which is not always informative in the early stages, but traditionally used, makes it possible to confirm or exclude a complete anatomical break of the nerve trunk and determine the pathomorphological form of its damage. While maintaining the morphological integrity of the nerve, the wounded person is prescribed adequate conservative (neurotrophic, analgesic) therapy. In the presence of pathomorphological changes, reconstructive surgical interventions on peripheral nerves are now carried out in the early stages after injury (3–6 weeks). The sooner reconstructive intervention on the nerve is performed, the greater the likelihood and the faster its function will be restored.

The most important element of the new concept of providing care to patients with peripheral nerve injuries is close interaction between neurosurgeons and neurologists, ensuring continuity of care at all stages of treatment. Firstly, it made it possible to timely identify patients with clinical signs of damage to the peripheral nervous system in the flow of incoming surgical patients. Secondly, it has proven its effectiveness in the treatment of neuropathic pain syndrome in this category of patients at the stage before and after neurosurgical intervention. Thirdly, early reconstructive intervention is followed by early restorative treatment under the supervision of a neurologist.

**Keywords:** combat trauma, nerve injury, nerve suture, nerve ultrasound, gunshot wounds, neuropathic pain syndrome, autoneural plasty, electroneuromyography, magnetic resonance neurography

**For citation:** Gaivoronsky A.I., Svistov D.V., Isengaliyev I.N. et al. Modern principles of medical treatment for combat injuries of peripheral nerves. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2025;27(2):130–41. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-130-141>

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день огнестрельные ранения периферических нервов представляют собой сложную проблему, сопровождающуюся высокой частотой инвалидизации, которая достигает 10 % среди всех раненых с боевой хирургической травмой. Эта категория пострадавших составляет примерно 1/3 от санитарных потерь нейрохирургического профиля, при этом в современных локальных вооруженных конфликтах число раненых нейрохирургического профиля иногда достигает трети от всех санитарных потерь.

В годы Первой мировой войны повреждения нервов были отмечены у 1,2–4 % пострадавших. Столь небольшая встречаемость этого вида травмы объясняется низким качеством диагностики в самом начале XX в. В период Великой Отечественной войны повреждения нервов встречались у 4–13 % раненых в зависимости от фронта и вида боевой деятельности. Во время войны в Афганистане (1979–1989) этот показатель колебался в пределах 3,7–9,8 %. В локальных вооруженных конфликтах на Северном Кавказе частота повреждений периферических нервов достигала 11–12 % [1–3]. В условиях ведения боевых действий огнестрельные ранения конечностей с повреждением нервов преобладают над остальными формами травм. В половине случаев они происходят одновременно с переломами костей, в 10–25 % – с ранениями сосудов конечностей [4, 5]. По данным А.В. Гончарова,

в 4 вооруженных конфликтах, в которых участвовала наша страна с 1979 по 2008 г., повреждения конечностей наблюдались примерно у половины раненых. При этом огнестрельные пулевые и осколочные ранения в качестве причины повреждения совокупно составляли 80–85 % [6]. Несколько другое соотношение причин отмечается нами в последнее время: 1-е место делят между собой огнестрельные осколочные и минно-взрывные ранения. Далее следуют пулевые ранения, боевые и минно-взрывные травмы.

По материалам Великой Отечественной войны, наиболее часто травмируются лучевой нерв (15,6 % всех повреждений нервных стволов), седалищный (14,9 %), локтевой (10,7 %), малоберцовый (9,4 %) и срединный (8,2 %) нервы [7]. По данным Е.Д. Алексеева, в локальных вооруженных конфликтах конца XX – начала XXI в. частота повреждений различных нервов была следующей: седалищный нерв – 25,8 %, лучевой – 24,7 %, плечевое сплетение – 20,6 %, локтевой нерв – 15,5 %, срединный – 16,5 %, малоберцовый – 7,2 %, большеберцовый – 3,1 %, бедренный – 1 % [1].

С момента начала специальной военной операции на Украине было установлено, что наиболее часто повреждались локтевой и лучевой нервы (примерно по 20 %), далее – срединный (17,2 %), седалищный и малоберцовый (примерно по 13 %), большеберцовый (7 %) нервы, плечевое сплетение (6,3 %), мышечно-кожный (2,5 %), бедренный (1 %) нервы. Таким образом,

на нервы верхних конечностей приходится 66 % травм, что примерно соответствует соотношению, характерному для мирного времени.

**Цель исследования** — на основе достижений последнего десятилетия в диагностике и лечении травматических невропатий сформулировать принципы оказания помощи раненым с боевыми травмами нервов.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены раненые (99 % — мужчины) с боевыми повреждениями периферических нервов, получавшие лечение в нейрохирургических и неврологических отделениях Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Главного военного клинического госпиталя им. Н.Н. Бурденко. Возраст пострадавших варьировал от 18 до 65 лет. Применялись следующие инструментальные методы исследования: электронейромиография (ЭНМГ), ультразвуковое исследование (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ), рентгенография.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Специальная военная операция потребовала разработки и внедрения новой концепции оказания помощи раненым с повреждениями периферических нервов. Стандартной тактикой лечения таких пострадавших в годы предыдущих военных конфликтов была выжидательная. Реконструктивные вмешательства на нервах выполнялись в сроки не ранее 3–6 мес после травмы по факту отсутствия регресса симптоматики после заживления ран. Это обосновывалось тем, что нарушение функции нерва после ранения зачастую обусловлено контузионным механизмом и восстановление его работоспособности могло произойти без операции. Такой подход имеет ряд недостатков:

- Упускается время для реконструкции ствола нерва и, как следствие, достигаются худшие функциональные результаты вследствие атрофии иннервируемых мышц, развития контрактур и т.д.
- Удлиняется восстановительный период лечения, что имеет социально-экономические последствия, а в военное время, когда основная задача медицинской службы заключается в скорейшем возвращении военнослужащего в строй, данная категория пациентов нередко относится к безвозвратным санитарным потерям.
- Ранняя реконструкция нерва предотвращает вовлечение его в рубцовый процесс, что создает более благоприятные условия для восстановления.
- Проведение невролиза, удаление инородных тел из нервного ствола способствуют профилактике развития кортикализации болевого синдрома, формирования внутривольных невром.

Таким образом, при поступлении раненого большое значение имеет верификация характера ранения

нервного ствола с применением доступных методов диагностических исследований. Новая концепция включает изменение принципов диагностики, выбора лечебной тактики и послеоперационного ведения раненых. Современные принципы диагностики, оперативного и консервативного лечения, эвакуации пострадавших с боевой травмой периферической нервной системы внедряются во всех госпиталях Минобороны России под методическим руководством специалистов Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

#### ДИАГНОСТИКА

В соответствии с «Клиническими рекомендациями по диагностике и хирургическому лечению повреждений и заболеваний периферической нервной системы» в качестве стандарта диагностики указано следующее: «Диагноз поражения периферической нервной системы ставится в первую очередь на основании клинических данных. Дополнительные исследования (ЭНМГ, УЗИ, МРТ, КТ) только уточняют степень поражения и его локализацию» [8].

Электронейромиография должна рассматриваться в качестве «золотого стандарта» в диагностике боевых повреждений периферических нервов. Однако ее выполнение в первые 2 нед с момента ранения в большинстве случаев неинформативно. В рекомендациях врач-невролог должен отметить срок выполнения этого исследования — через 14 сут, либо по заживлению огнестрельной раны. Причинами отсроченного проведения исследования являются недостоверность данных ЭНМГ в первые недели после повреждения нерва ввиду продолжающихся явлений валлеровской дегенерации [9]; наличие повязок на огнестрельной ране, препятствующих установке электродов; усиление интенсивности болевого синдрома, особенно при выполнении игольчатой ЭНМГ.

Основываясь на имеющемся массиве клинических наблюдений пациентов с боевыми повреждениями периферических нервов, контрольная ЭНМГ после оперативного вмешательства неинформативна в первые 6–9 мес после реконструкции. Несмотря на видимую положительную динамику, восстановление чувствительности, появление силы мышц, иннервируемых пораженным нервом, расширяющейся зоны положительного симптома Тиннеля, ЭНМГ в первые месяцы демонстрирует неудовлетворительный результат. Отсутствие клинической положительной динамики и признаков восстановления проведения нервных импульсов по данным ЭНМГ через 9 мес после реконструкции может служить показанием для повторного оперативного вмешательства на нервном стволе.

За последнее десятилетие в Военно-медицинской академии активно стали применять такие нейровизуализационные методы диагностики, как магнитно-

резонансная нейрография (МР-нейрография) и УЗИ периферических нервов конечностей.

Применение МРТ у пострадавших с травмами плечевого и пояснично-крестцового сплетений в клинико-диагностическом комплексе позволяет оценить уровень, степень и протяженность анатомических изменений в нервных стволах, а также выраженность фиброза тканей. Однако результаты МРТ, объективируя факт повреждения нерва, не позволяют сделать заключение об обратимости поражения нервных волокон. К преимуществам МРТ следует отнести неинвазивность исследования и отсутствие лучевой нагрузки; противопоказанием является наличие у пострадавших металлических конструкций и инородных тел. К ограничениям применения МРТ следует отнести незначительное различие при визуализации между стволом нерва и окружающими тканями, что затрудняет интерпретацию результатов. Также при МРТ внутриствольные патологические изменения нерва крайне трудно дифференцировать с точки зрения дальнейших процессов регенерации и определения тактики лечения. Для лучшей визуализации повреждений периферических нервов конечностей необходимо использовать томографы с индукцией магнитного поля 3 Тл, которые на сегодняшний день все еще не имеют широкого распространения [10–17].

За время проведения специальной военной операции МР-нейрография нашла свое применение у ограниченного числа раненых с повреждениями периферических нервов, не превышающего 7 % от общего количества, так как у большинства из них имелись металлические инородные тела. При этом более чем в половине случаев отсутствовали клинические показания для их удаления (расположение в непосредственной близости от крупных сосудов, гнойный процесс в области инородного тела и др.). Трем пациентам, которым выполнение МР-нейрографии было абсолютно показано как альтернатива ревизионной эксплоративной операции, единичные инородные тела предварительно удалялись в связи с необходимостью проведения данного метода диагностики.

Несмотря на вышеперечисленные обстоятельства, следует отметить чрезвычайную пользу МР-нейрографии в диагностике повреждений плечевого (особенно тракционного) и пояснично-крестцового сплетений, крупных нервов нижних конечностей в области таза. В 55 % случаев ее выполнение позволило воздержаться от травматичной ревизии в раннем периоде травмы нерва. У всех пациентов при наличии ЭНМГ-картины полного электрофизиологического блока проведения было отмечено отсутствие грубых патоморфологических изменений (за исключением небольшого локального отека нервного ствола). Изучение катамнеза первых обследованных подтвердило правильность выбранной выжидательной тактики — у всех была отмечена положительная динамика, у некоторых —

вплоть до полного восстановления функции конечности. При этом подтверждение грубого тракционного повреждения плечевого сплетения (особенно в сочетании с отрывом корешков от спинного мозга) или анатомический перерыв крупных нервов в области таза позволяет определить показания к ранним оперативным вмешательствам: невротизации либо реконструкции.

Ультразвуковая диагностика при травмах нервов — простой и доступный метод визуализации, который может выявить анатомическую целостность нервного ствола и предотвратить выполнение ревизионной операции. Чувствительность и специфичность этого метода в выявлении повреждений периферических нервов составляют 93,6 и 68,2 % соответственно. Точность УЗИ достигает 86,4 % при уровне ложноотрицательных и ложноположительных ответов 6,4 и 31,8 % соответственно. Таким образом, общая информативность этого метода в выявлении повреждений периферических нервов конечностей, составляющая более 85 %, позволяет рассматривать его в качестве ведущего, способного визуализировать характер повреждения. УЗИ достоверно выявляет различные формы повреждений периферических нервов конечностей: полный или частичный анатомический перерыв, грубые внутриствольные изменения при тракционном характере травмы, внутриствольные гематомы, сдавление нервного ствола инородными телами, пластинами для остеосинтеза, рубцами. Наибольшая диагностическая эффективность УЗИ с точностью 88,3 % определяется при полном анатомическом перерыве нервного ствола. Этот метод также эффективен при контроле процесса консервативного лечения повреждений периферических нервов конечностей. В послеоперационном периоде УЗИ позволяет выявить как ранние, так и поздние осложнения оперативных вмешательств на нервах [10, 18, 19].

При боевых повреждениях нервов УЗИ выполняют сразу после заживления огнестрельной раны (на 5–7-е сутки после наложения вторичных швов). Как правило, при отсутствии массивного разрушения мягких тканей или установленных аппаратов внешней фиксации это соответствует 14–21 сут нахождения пациента в хирургическом стационаре. Исключением является наличие выраженной невропатической боли в проекции зоны иннервации скомпрометированным нервным стволом, не поддающейся купированию консервативными методами лечения.

Оптимальным организационным вариантом мы считаем проведение данного исследования одновременно 2 специалистами: врачом ультразвуковой диагностики (специалистом, прошедшим обучение по УЗИ периферических нервов) и нейрохирургом.

При массовом поступлении раненых в стационар целесообразно установить фиксированные дни недели и время проведения подобного скринингового



исследования. С учетом объема поступающего потока в нашей клинике достаточным было назначение 2 дней в неделю по 2–2,5 ч. Опытным путем установлено, что за это время диагностическая бригада может провести обследование 10–15 раненых соответствующего профиля.

Рентгенография и КТ конечности выполняются сразу после поступления раненого в хирургический стационар. Оба исследования необходимы для определения показаний к этапному остеосинтезу. В диагностике повреждений периферических нервов рентгенологические методы имеют вторичное значение, за исключением случаев поиска инородных тел, внедренных в нервный ствол или компримирующих его.

### ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ НА ЭТАПАХ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ

На первичных этапах медицинской эвакуации диагностика осуществляется исключительно на основе оценки клинической картины повреждения нерва. Оперативные вмешательства на нерве до этапа специализированной помощи не выполняются, за редкими исключениями, которые описаны ниже. Оптимальные условия для лечения пострадавших с повреждениями периферических нервов конечностей создаются в специализированном стационаре, оснащенном аппаратурой для инструментальной диагностики, соответствующим хирургическим инструментарием, имеющем в своем составе специалистов, способных проводить точную диагностику степени и вида повреждения нервного ствола и владеющих техникой реконструктивной микрохирургии. Попытки проводить восстановительные операции на нервах в неспециализированных стационарах (травматологических, общехирургических, на этапе оказания квалифицированной хирургической помощи) чреваты большим количеством врачебных ошибок и существенным ухудшением исходов лечения.

Первая и доврачебная помощь заключается в остановке кровотечения, наложении повязки на рану, обеспечении транспортной иммобилизации поврежденной конечности, обезболивании с помощью анальгетиков.

Первая врачебная помощь оказывается по общим правилам для раненых в конечность: контроль ранее наложенного жгута, проводниковая или футлярная новокаиновая блокада, введение антибиотиков, столбнячного анатоксина, контроль наложенной на рану повязки, транспортная иммобилизация конечности.

После оказания первой врачебной помощи раненых эвакуируют для оказания квалифицированной помощи, которая осуществляется по неотложным, а при задержке эвакуации — и срочным показаниям. Поскольку около 25 % ранений периферических нервов сопровождаются повреждением длинных трубчатых костей, а в 15 % — повреждением крупных сосудов, значительная часть раненых с нарушением функции

периферических нервов подлежат оперативному вмешательству по поводу доминирующего повреждения — кровотечения и/или перелома [20].

Первичная хирургическая обработка выполняется по общим принципам для раненых в конечность. В ходе нее не следует заниматься препарированием тканей с целью отыскать концы поврежденного нерва или убедиться в его целостности. Если в ходе операции на сосудах обнаруживается поврежденный/пересеченный нерв, то центральный и периферический его концы по возможности сближаются и укладываются в «свежем» мышечном ложе. Нет никаких оснований для оставления на концах нерва каких-либо меток (цветных нитей). В случае обнаружения центрального и периферического концов поврежденного нерва хирург может наложить наводящий эпинеуральный шов (3–4 узловых шва монофиламентной нитью диаметром 4/0–5/0). Целью такой процедуры являются сближение концов поврежденного ствола и профилактика формирования большого диастаза. Если сопоставить концы поврежденного нерва невозможно, то их укладывают и прикрывают снаружи мягкими тканями (мышцей, подкожно-жировой клетчаткой).

В случае массивного разрушения мягких тканей, например при минно-взрывном ранении, при выявлении нервного ствола, лежащего на поверхности раны, его укрывают лоскутом из жировой или мышечной ткани. Это необходимо для того, чтобы в дальнейшем на поверхности нервного ствола не формировались грануляции.

Операция первичной хирургической обработки завершается по общим правилам. Конечность иммобилизуют в положении, уменьшающем натяжение поврежденного нервного ствола. Факт обнаружения в ране поврежденного нерва и (или) наложения ситуационного шва должен быть обязательно отражен в медицинской документации.

Все раненые с повреждениями нервов, диагностированными на этапе оказания квалифицированной помощи, подлежат дальнейшей эвакуации на этап специализированной помощи для определения показаний к отсроченным реконструктивным операциям.

Вышеуказанные постулаты оказания помощи раненым с повреждениями нервов на первичных этапах медицинской эвакуации сформулированы и описаны еще нашими великими Учителями: К.А. Григоровичем, Б.А. Самотокиным, А.Н. Соломиным, Е.И. Усановым, Ф.С. Говенько, Е.Д. Алексеевым [1, 4, 5, 21–23]. С небольшими изменениями они были ретранслированы в новейшие указания и руководства по военно-полевой хирургии [24].

### ЛЕЧЕБНАЯ ТАКТИКА И ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПОТОКИ НА ЭТАПЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПОМОЩИ

После проведения ранней первичной диагностики можно выделить несколько групп раненых.

1. Раненые, не нуждающиеся в реконструктивном вмешательстве в раннем периоде.

При наличии клинической картины невропатии и отсутствии данных УЗИ или МРТ о повреждении нерва или грубом периневральном рубцовом процессе пациенту рекомендуется проведение консервативного лечения либо под наблюдением врача-невролога, либо непосредственно в неврологическом отделении. В рекомендациях нейрохирург указывает целесообразность повторного осмотра с выполнением УЗИ нерва через 1,5–2 мес при отсутствии положительной динамики от проводимого лечения. По нашим данным, из общего числа первично обследованных пациентов в эту группу попали 38 % раненых с клинической картиной невропатии. На повторный осмотр вернулись примерно 1/3 из них, причем у большей части отмечен постепенный регресс неврологического дефицита. Отсроченное оперативное вмешательство по итогам повторного осмотра было предложено 25 % пациентов (менее 10 % от общего числа пациентов этой группы) в связи с появлением грубых рубцов, компримировавших нерв, отсутствовавших или слабовыраженных при первом исследовании; выявленной боковой или внутривольной невромой, занимающей половину площади поперечного сечения нервного ствола или более. Операция чаще ограничивалась наружным невролизом с обязательной периневральной импрегнацией противоспаечного геля в конце вмешательства. Дальнейшее ведение больных осуществлялось по схеме, указанной для второй группы.

2. Раненые, нуждающиеся в реконструктивной операции в раннем периоде (54 % от всех обследованных).

К этой группе мы отнесли все случаи полного анатомического перерыва нерва, частичного анатомического перерыва, в основном с повреждением более половины площади поперечного сечения нерва, интраневрального или параневрального расположения инородных тел, сдавления нерва рубцом, межмышечными гематомами, костными отломками или формирующейся костной мозолью, пластиной для накостного остеосинтеза, отрыва корешков от спинного мозга вследствие тракционного повреждения. По этиологии повреждения во 2-й группе пациентов преобладали огнестрельные осколочные (46 %) и минно-взрывные (42 %) ранения. Огнестрельные пулевые ранения явились причиной невропатии всего в 8 % случаев. Оставшиеся 4 % пришлось на минно-взрывную и боевую травму.

Оптимальным сроком выполнения оперативного вмешательства при таких повреждениях мы считаем 1–2 нед после первичной диагностики – через 5–7 дней после наложения вторичных швов, сразу после удаления аппаратов внешней фиксации. Максимально ранняя реконструкция существенно уменьшает продолжительность стационарного лечения. При такой

таким образом, следует также ожидать увеличения частоты благоприятных исходов и уменьшения сроков восстановления функции поврежденного нервного ствола. Чем раньше будет выполнено реконструктивное вмешательство на нерве, тем с большей вероятностью и быстрее восстановится его функция.

Предварительный анализ прошедшего года работы показал, что наиболее частым вариантом оперативно-го пособия явился микрохирургический эпинеуральный шов — 44 %, далее следует невротиз (всего 36 %, из них внешний — 28 %, внешний и внутренний — 8 %), аутоневральная пластика — 17 % (в 96 % случаев в качестве аутоотрансплантата применялись один или оба икроножных нерва, в 4 % — медиальные кожные нервы плеча и предплечья, поверхностная ветвь лучевого нерва), невротизация — 3 %. Примерно по 10 % операций эпинеурального шва и аутопластики выполнялись при частичном анатомическом перерыве по типу «чемоданной ручки» с выделением и сохранением интактных участков нерва.

В подавляющем большинстве случаев техника оперативного вмешательства была стандартной и детально описана в профильных руководствах по хирургии периферической нервной системы [21, 25–28]. Интраоперационная прямая электростимуляция нерва применялась на всех операциях. Интраоперационный монитор целостности нерва (NIM 3.0) использовался в редких случаях частичного анатомического перерыва и неполного нарушения функции. Каждая 2-я операция сопровождалась ультразвуковой (УЗ) ассистенцией. Интраоперационное УЗИ позволяло визуализировать нервный ствол в грубых рубцах, что ускоряло и облегчало доступ к нему. В случаях внутривольного повреждения установка УЗ-датчика непосредственно на эпиневрий способствовала лучшей визуализации интраневральных структур и, соответственно, позволяла определить наиболее подходящий для каждого повреждения оперативный прием.

Оперативные вмешательства заканчивали периневральной аппликацией противовоспалительными композициями. В первые месяцы нами применялся Охурплекс/АР, в дальнейшем мы перешли на отечественный препарат Мезогель.

При невролизе иммобилизация конечности не выполнялась: пациентам рекомендовалась более ранняя активизация — сразу по купированию послеоперационной боли. Пациентам, перенесшим аутоневральную пластику, в большинстве случаев также не применяли иммобилизацию, так как длина аутотрансплантата на 10—20 % превышала величину имевшегося дефекта нервного ствола. Выполнение микрохирургического эпинеурального шва требовало обездвиживания конечности в положении, способствующем сближению концов сшитого нерва, на срок около 3 нед с последующим постепенным ее разгибанием (10—15° в 2—3 дня). Гипсовые лонгеты нами практически не применялись.

(за исключением случаев сгибания в лучезапястном суставе). Для верхней конечности достаточным оказалось ношение косынки с дополнительной фиксацией лучезапястного сустава бинтом к шее в виде восьмерки. Для нижней конечности (при шве седалищного, большеберцового, общего малоберцового нервов) применялись ортезы.

Примеры нетипичных вариантов выполнения оперативного пособия следует привести в отдельных статьях, посвященных эксклюзивным клиническим случаям. Авторы считают перспективной технологию, активно применяемую в Нейрохирургическом центре Главного военного клинического госпиталя им. Н.Н. Бурденко и 413-м Военном госпитале в Волгограде: одномоментную реконструкцию нервного ствола и сухожильно-мышечную транспозицию при тяжелых повреждениях [29–31]. Такой подход обеспечивает замену утраченных функций во время регенерации нерва, тем самым способствуя профилактике развития контрактуры, и позволяет избегать длительной внешней иммобилизации. В случае отсутствия клинко-электрофизиологической реиннервации мышц сухожильно-мышечная транспозиция компенсирует их функцию в достаточном объеме, являясь в некоторой степени «страховкой» при развитии необратимых изменений.

Всем пациентам 2-й группы с повреждением крупных нервов нижних конечностей осуществлялась профилактика тромбоэмболических осложнений в соответствии с клиническими рекомендациями и стандартами [32]. У 1 пациента по результатам УЗ-доплерографии во время предоперационной диагностики был выявлен флотирующий тромб подколенной вены, что потребовало установки кава-фильтра и отложило реконструктивную операцию на 2 мес. Еще 2 пациента с диагностированными тромбозами вен нижних конечностей были переведены на лечебные дозы антикоагулянтов и прооперированы через 1 мес после восстановления проходимости венозных коллекторов.

Инфекция области хирургического вмешательства отмечена в 2,3 % случаев, что не превышает описанную частоту развития этого осложнения при «чистых» (1,5–6,9 %) и «условно чистых» (7,8–11,7 %) ранах [33]. С гнойными осложнениями удалось справиться условно консервативными методами лечения без выполнения радикальной санирующей операции. Примерно у 3 % раненых, как правило, после вмешательств на нижней конечности диагностировалась послеоперационная серома. Во всех случаях с этим осложнением удавалось справиться в короткие сроки консервативными методами. В 2 % случаев через 1–2 дня после выполненного реконструктивного оперативного вмешательства была диагностирована послеоперационная гематома большого объема. Таким пациентам выполнялось повторное оперативное вмешательство по ее эвакуации. Во всех случаях визуализировано диффуз-

ное истечение крови из рубцовой ткани, окружающей нерв. Достаточно высокую частоту встречаемости этого осложнения при операциях, выполненных в ранние сроки, мы связываем с незавершением процесса ангиогенеза и формирования полноценных стенок сосудов в развивающейся рубцовой ткани, проведением профилактики тромбоэмболических осложнений с использованием низкомолекулярных гепаринов. У 3 пациентов в сроки от 1 до 15 дней после вмешательства был диагностирован разрыв эпинеурального шва. Во всех случаях это встречалось на нервах нижних конечностей (у 2 больных — на седалищном, у 1 — на общем малоберцовом) и связано с самостоятельным снятием ортеза больным в нарушение рекомендаций. Подтверждение факта разрыва шва осуществлялось по данным контрольного УЗИ нерва. Все 3 пациента были реоперированы с выполнением аутопластики.

На 5–10-е сутки после оперативного вмешательства больным с микрохирургическим эпинеуральным швом проводилось контрольное УЗИ. Целесообразность его выполнения в течение 1-го месяца после операции у пациентов с невролизом и аутопластикой нам представляется сомнительной, за исключением случаев диагностики гематом.

Консервативная восстановительная терапия началась с 1-х суток после операции еще в нейрохирургическом стационаре (гипербарическая оксигенация, витаминотерапия, ингибиторы холинэстеразы). При отсутствии осложнений на 3–10-е сутки после операции раненые переводились в неврологическое отделение, где сразу начинались мероприятия ранней реабилитации, консервативная (нейротрофическая и обезболивающая) терапия, представление на военно-врачебную экспертизу. Важной составляющей был ранний перевод прооперированных пациентов в неврологическое отделение в максимально допустимые по хирургическим показаниям сроки, что способствует раннему началу восстановительного лечения под наблюдением врача-невролога. Такая логистика позволила сократить время пребывания раненого с травматической невропатией в нейрохирургическом стационаре до 14 сут — показатель, недостижимый за годы предыдущих военных конфликтов и в мирное время [11, 17]. Более того, продолжительность госпитализации в нейрохирургическом отделении могла бы быть еще меньше. Плановые оперативные вмешательства (а хирургия нервов практически всегда выполняется планово) часто откладывались или переносились в связи с массовым поступлением раненых, нуждающихся в оказании экстренной или неотложной помощи.

Контрольное обследование с выполнением УЗИ нерва назначается всем пострадавшим 2-й группы через 6–9 мес после выписки из стационара.

3. Немногочисленная, но самая сложная для курации группа — раненые с некупируемым невропатическим болевым синдромом.

К этой группе относили пострадавших с интенсивностью невропатического болевого синдрома 7–10 баллов по цифровой рейтинговой шкале (Numeric Pain Scale, NPS-11), имеющих резистентность к традиционным схемам консервативного лечения и которым требовалось регулярное применение наркотических анальгетиков [34]. Сюда же можно отнести раненых с ампутированными конечностями и некупируемыми фантомными болями. При лечении пациентов этой группы применялся комплексный подход с привлечением не только неврологов и нейрохирургов, но и анестезиологов. Их доля в общем потоке пациентов с невропатиями (и плексопатиями) составила примерно 8 %. По пораженным нервам 2/3 пришлось на седалищный нерв (как правило, большеберцовая порция) и его крупные ветви, 1/3 — на срединный нерв и плечевое сплетение.

Невропатический болевой синдром разной интенсивности при травматическом поражении плечевого сплетения, срединного, седалищного и большеберцового нервов присутствовал у большинства пациентов еще с момента поступления в хирургический стационар, у оставшейся части развивался в период стационарного лечения. Необходимость привлечения невролога к курации пациентов с интенсивным болевым синдромом возникала, как правило, по мере решения хирургической проблемы — в период, когда рана начинала заживать, а болевой синдром, вопреки этому, продолжал сохраняться, а иногда имел тенденцию к нарастанию. Именно рефрактерный к стандартной терапии невропатический болевой синдром в части случаев позволял диагностировать травматическое поражение периферической нервной системы. Напротив, у части пациентов с травматическими невропатиями, протекающими без болевого синдрома (лучевой, локтевой, малоберцовый нервы), поражение периферической нервной системы в общехирургических отделениях оставалось длительно нераспознанным и диагностировалось значительно позже, нередко только на следующих этапах оказания медицинской помощи. Наиболее часто для лечения невропатического болевого синдрома в хирургических стационарах, помимо традиционных нестероидных противовоспалительных препаратов, простых и наркотических анальгетиков, антидепрессантов смешанного действия, назначались габапентиноиды (габапентин, прегабалин). Однако их прием в высоких терапевтических дозах (габапентин до 2400–3000 мг/сут, прегабалин 450–600 мг/сут) в качестве монотерапии, в комбинации с антидепрессантами и даже наркотическими анальгетиками не всегда позволял достичь стойкого анальгетического эффекта.

Невозможность выполнения УЗ-диагностики на ранних сроках госпитализации или осуществления реконструктивной операции в срочном порядке

(гнойный процесс в области ранения, массовое поступление пациентов, нуждающихся в оказании экстренной и неотложной помощи, и другие, в первую очередь организационные причины) требовала имплантации пациентам эпидурального или перинеурального катетера для введения анестетиков (наиболее предпочтительным мы считаем ропивакаин). Как правило, продолжительность работы катетера составляла 10 дней.

При выполнении УЗ-диагностики и первичной консультации нейрохирурга у большинства раненых этой категории (>80 %) определялись грубые повреждения нервного ствола с его полным или частичным анатомическим перерывом, сдавлением нерва костными отломками, инородными телами, рубцом, интраневральными инородными телами, концевые невротомы при ампутации конечности.

Однако примерно в 20 % случаев наличие болевого синдрома объяснялось только локальным отеком нервного ствола по данным УЗИ. Интраоперационные находки у этих раненых выявляли геморрагическое пропитывание нервного ствола. Операция чаще всего завершалась наружным и внутренним невролизом, однако у 1 пациента вследствие неэффективности данного оперативного приема было выполнено иссечение поврежденного участка с аутоневральной пластикой.

Раненые с повреждением нерва оперировались в сроки не более 10–14 сут после диагностики, даже с учетом наличия незаживших огнестрельных ран. При полной или частичной неэффективности операции (около 1/3 всех раненых этой группы) ведущую роль в дальнейшем лечении играли врачи-неврологи. Все пациенты также получали традиционную нейротрофическую терапию (витамины группы В, нейрометаболические комплексы, антиоксиданты, ингибиторы ацетилхолинэстеразы и др.).

Поиск новых лечебных стратегий консервативного лечения пациентов с сохраняющейся невропатической болью привел к активному применению в составе комплексной терапии препаратов, не являющихся традиционными анальгетиками, но имеющими патогенетически обоснованный механизм проанальгетического действия. В первую очередь, это касается групп лекарственных средств, способных участвовать в модуляции медиаторной активности различных анти- и ноцицептивных систем [35].

В связи с этим для лечения невропатического болевого синдрома у пациентов с изолированными, сочетанными и комбинированными травмами периферической нервной системы, в том числе фантомным болевым синдромом, сотрудниками кафедры нервных болезней Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова была разработана и внедрена многокомпонентная схема консервативного лечения с применением препаратов, обладающих дофаминомиметическим действием — агонистами дофаминовых рецепторов



(прамипексол в суточной дозе 0,5–1,5 мг) и блокаторами глутаматных NMDA-рецепторов (амантадин в суточной дозе 200–300 мг). Их включение в схему с габапентином и антидепрессантами смешанного действия (чаще амитриптилин, реже – венлафаксин и дулоксетин) позволило снизить дозы этих препаратов до среднетерапевтических (габапентин – 900–1800 мг/сут, амитриптилин – 25–50 мг/сут) и полностью отказаться от применения наркотических анальгетиков. Следует обратить внимание на нежелательность совместного применения амантадина и амитриптилина, обладающих взаимопотенцирующим холинолитическим действием (допустима комбинация с венлафаксином или дулоксетином). С целью коррекции инсомнических расстройств, ассоциированных с пиками боли в ночной период, хорошо себя зарекомендовало применение атипичного нейролептика кветиапина (25–100 мг), обладающего минимальными дофаминолитическими свойствами. Неэффективность данной схемы расценивалась как показание к нейрохирургическому вмешательству.

При неэффективности консервативной терапии у пациентов с фантомной болью оценивают показания к хирургическому лечению. Предварительно под УЗ-навигацией выполняют селективную блокаду нервного ствола с концевой невромой. Значимый регресс боли после ее выполнения является предиктором хорошего результата предстоящего хирургического вмешательства. Операция проводится с применением традиционного для скомпрометированного нерва доступа. Обычно достаточным является разрез длиной 6–10 см, при этом дистальный конец разреза располагают на удалении 5 см от края культи. В ходе предоперационной разметки доступа целесообразно использовать УЗИ. Посттравматическую неврому резецируют до появления кровоточащих нормальных пучков. Следующим этапом алкоголизируют нерв 1–5 мл (в зависимости от диаметра) 70 % спиртовым раствором до появления потемнения невральной культи. В зарубежных руководствах рекомендуют погружать перерезанный нерв в близлежащую мышцу, подшивать его к другому нерву по типу конец-в-бок или расщеплять нерв на несколько частей и через аутотрансплантаты также погружать в мышцу [28]. По нашему мнению, наиболее подходящей для погружения структурой является близлежащая кость. С помощью высокооборотистого бора в кости формируют отверстие диаметром, соответствующим пересеченному нерву. Нерв погружают на глубину 0,5–1 см и его эпиневирий фиксируют 3–4 узловыми швами к надкостнице. Отсутствие каких-либо движений внутри костного вещества, очевидно, способствует лучшему эффекту от операции. Формирование концевой невромы неизбежно, и при погружении нерва в мышцу она будет смещаться во время движения вместе с мышцей.

Отсутствие эффекта от прямого вмешательства на перерезанном нервном стволе может потребовать рассмотрения функциональной нейрохирургии – проведения хронической стимуляции спинного мозга или деструктивного вмешательства – DREZ-операции [36].

Послеоперационная логистика пациентов 3-й группы в большинстве своем совпадает с аналогичной для 2-й группы раненых.

Комплексный подход к лечению пациентов с невропатической болью позволил нам практически полностью отказаться от деструктивного хирургического вмешательства – поясничной (шейной) симпатэктомии. Данная операция в годы предыдущих военных конфликтов была одним из основных элементов лечения некупируемой невропатической боли. В текущем конфликте поясничная симпатэктомия была выполнена в единичном случае в самом начале работы с ранеными.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Участник четырех войн Николай Иванович Пиров в своем труде «Начала общей военно-полевой хирургии, взятая из наблюдений военно-госпитальной практики и воспоминаний о Крымской войне и Кавказской экспедиции» определил войну как «травматическую эпидемию». Оглядываясь на историю, военные действия, принося общие разрушения и трагедию в семью каждого раненого и убитого, стимулируют развитие техники и... медицины. Массовое поступление раненых заставляет пересмотреть подходы к организации внутренней работы медицинского учреждения. По словам того же Н.И. Пирогова, «на войне главное не медицина, а администрация» [37]. Основываясь на разработанных предшественниками принципах организации и лечения раненых с повреждениями периферических нервов и собственном опыте оказания медицинской помощи, мы постарались систематизировать алгоритмы диагностики, лечения и маршрутизации пациентов соответствующей категории. Интенсивное развитие в последние десятилетия как диагностических (УЗИ нервов, МР-нейрография), так и лечебных (новые препараты для лечения боли, противоспаечные композиции, селективные блокады под УЗ-навигацией) методик закономерно требует их использования при оказании помощи раненым с боевыми повреждениями нервов. Новые диагностические возможности позволили определять точные показания к реконструктивному оперативному вмешательству в раннем периоде. Мы имеем возможность наблюдать не массовый, но заметный поток раненых, которым оперативное вмешательство в раннем периоде не выполнялось. Они госпитализируются на реконструктивную операцию через 5–12 мес после ранения, уже имея выраженную мышечную атрофию, контрактуры суставов, зачастую все это время безуспешно борясь с болевым синдромом.

Важнейшим элементом новой концепции оказания помощи раненым с повреждениями периферических нервов, на наш взгляд, является необходимость тесного взаимодействия нейрохирургов и неврологов на всех этапах лечения пострадавшего. Такая связь, во-первых, доказала свою эффективность в лечении невропатической боли у пострадавших данной категории. Во-вторых, за ранним реконструктивным вмешательством следует раннее восстановительное лечение под наблюдением врача-невролога. Наблюдение за пациентом не должно прекращаться и после выписки его

из стационара. Мы считаем обязательным проведение контрольных физикальных и инструментальных обследований через 6–9–12 мес после операции. Поддержание контакта с прооперированными пациентами позволит создать наиболее представительную в России базу данных для определения эффективности тех или иных оперативных пособий на периферической нервной системе.

Надеемся, что ретроспективный анализ докажет преимущества новой концепции оказания помощи раненым с повреждениями нервов.

## Литература | References

1. Алексеев Е.Д. Дифференцированное лечение современных боевых огнестрельных повреждений периферических нервов. Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1998. 22 с.  
Alekseev E.D. Differentiated treatment of modern combat gunshot injuries of peripheral nerves. Dis. ... candidate of medical sciences. Saint Petersburg, 1998. 22 p. (In Russ.).
2. Чернов В.Е. Организация специализированной нейрохирургической помощи в вооруженных конфликтах. Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2001. 164 с.  
Chernov V.E. Organization of specialized neurosurgical care in armed conflicts. Dis. ... candidate of medical sciences. Saint Petersburg, 2001. 164 p. (In Russ.).
3. Мартынов В.Н. Основные направления совершенствования специализированной нейрохирургической помощи в Северо-Кавказском регионе. Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2003. 167 с.  
Martynov V.N. Main directions of improvement of specialized neurosurgical care in the North Caucasus region. Dis. ... candidate of medical sciences. Saint Petersburg, 2003. 167 p. (In Russ.).
4. Военно-полевая хирургия: национальное руководство. Под ред. И.Ю. Быкова, Н.А. Ефименко, Е.К. Гуманенко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 816 с.  
Military field surgery: national guidelines. Eds.: I.Yu. Bykov, N.A. Efimenko, E.K. Gumanenko. Moscow: GEOTAR-Media, 2009. 816 p. (In Russ.).
5. Указания по военно-полевой хирургии. Под ред. А.Н. Бельских, И.М. Самохвалова. М.: ГВМУ, 2013. 474 с.  
Guidelines for military field surgery. Eds.: A.N. Belskikh, I.M. Samokhvalov. Moscow: GVMU, 2013. 474 p. (In Russ.).
6. Гончаров А.В. Оказание хирургической помощи раненым в военных конфликтах. Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2021. 43 с.  
Goncharov A.V. Providing surgical care to the wounded in military conflicts. Dis. ... doctor of medical sciences. Saint Petersburg, 2021. 43 p. (In Russ.).
7. Миронович Н.И. Общие статистические данные об огнестрельных ранениях периферических нервов. Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. Медгиз 1952;20:31–49.  
Mironovich N.I. General statistical data on gunshot wounds of peripheral nerves. Experience of Soviet medicine in the Great Patriotic War of 1941–1945. Medgiz 1952;20:31–49. (In Russ.).
8. Древал О.Н., Кузнецов А.В., Джинджихадзе Р.С. и др. Клинические рекомендации по диагностике и хирургическому лечению повреждений и заболеваний периферической нервной системы. Ассоциация нейрохирургов России. М., 2015. 34 с.  
Dreval O.N., Kuznetsov A.V., Dzhindzhikhadze R.S. et al. Clinical guidelines for diagnostics and surgical treatment of injuries and diseases of the peripheral nervous system. Association of Neurosurgeons of Russia. Moscow, 2015. 34 p. (In Russ.).
9. Живолупов С.А., Рашидов Н.А., Самарцев И.Н. и др. Современные представления о регенерации нервных волокон при травмах периферической нервной системы. Вестник Российской Военно-медицинской академии 2013;3:190–8.  
Zhivolupov S.A., Rashidov N.A., Samartsev I.N. et al. Peculiarities of development of denervation-reinnervation process in traumatic neuropathies and plexopathies. Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii = Herald of the Russian Academy of Military Medicine 2013;3:190–8. (In Russ.).
10. Журбин Е.А. Возможности ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей. Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2018. 147 с.  
Zhurbina E.A. Possibilities of ultrasound examination in traumatic injuries of peripheral nerves of the extremities. Dis. ... candidate of medical sciences. Saint Petersburg, 2018. 147 p. (In Russ.).
11. Оглезнев К.Я., Журавлева Г.Н., Кузнецов А.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике поражений плечевого сплетения и его периферических ветвей. Неврологический журнал 2000;6:28–32.  
Oglezneva K.Ya., Zhuravleva G.N., Kuznetsov A.V. Magnetic resonance imaging in diagnostics of lesions of the brachial plexus and its peripheral branches. Nevrologicheskiy zhurnal = Neurological Journal 2000;6:28–32. (In Russ.).
12. Freund W., Brinkmann A., Wagner F. MR neurography with multiplanar reconstruction of 3D MRI datasets: an anatomical study and clinical applications. Neuroradiology 2007;49(4):335–41. DOI: 10.1007/s00234-006-0197-6
13. Gosk J., Hendrich B., Wiacek R. et al. Assessment of the usefulness of X-ray myelography and magnetic resonance myelography, performed with an open low-field device, in diagnosing perinatal preganglionic injuries of the brachial plexus. Arch Med Sci 2012; 8(4):678–83. DOI: 10.5114/aoms.2012.28597
14. Tagliafico A., Succo G., Neumaier C.E. MR imaging of the brachial plexus: comparison between 1.5-T and 3-T MR imaging: preliminary experience. Skeletal Radiol 2010;40(6):717–24. DOI: 10.1007/s00256-010-1050-x
15. Chhabra A., Lee P.P., Bizzell C. High-resolution 3-Tesla magnetic resonance neurography of musculocutaneous neuropathy. J Shoulder Elbow Surg 2012;21(2):1–6. DOI: 10.1016/j.jse.2011.06.008
16. Chhabra A., Ahlawat S., Belzberg S. Peripheral nerve injury grading simplified on MR neurography: As referenced to Seddon and Sunderland classifications. Indian J Radiol Imaging 2014;24:217–24. DOI: 10.4103/0971-3026.137025
17. Tagliafico A., Succo G., Serafini G. et al. Diagnostic performance of ultrasound in patients with suspected brachial plexus lesions in adults: a multicenter retrospective study with MRI, surgical findings and clinical follow-up as reference standard. Skeletal Radiol 2013;42(3):371–6. DOI: 10.1007/s00256-012-1471-9
18. Журбин Е.А., Гайворонский А.И., Железняк И.С. и др. Диагностическая точность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов конечностей. Вестник Российской военно-медицинской академии 2017;3:63–8.

- Zhurbin E.A., Gaivoronsky A.I., Zheleznyak I.S. et al. Diagnostic accuracy of ultrasound examination in injuries of peripheral nerves of the extremities. Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii = Herald of the Russian Academy of Military Medicine 2017;3:63–8. (In Russ.).
19. Малешкий Э.Ю., Короткевич М.М., Бутова А.В. и др. Измерение периферических нервов: сопоставление ультразвуковых, магнитно-резонансных и интраоперационных данных. Медицинская визуализация 2015;2:78–86.  
Maletsky E.Yu., Korotkevich M.M., Butova A.V. et al. Measurement of peripheral nerves: comparison of ultrasound, magnetic resonance and intraoperative data. Meditsinskaya vizualizatsiya = Medical Visualization 2015;2:78–86. (In Russ.).
20. Практическая нейрохирургия: руководство для врачей. Под ред. Б.В. Гайдара. 2002. С. 245.  
Practical neurosurgery: a guide for doctors. Ed.: B.V. Gaidar. 2002. P. 245. (In Russ.).
21. Григорович К.А. Хирургическое лечение повреждений нервов. Л.: Медицина, 1981. 304 с.  
Grigorovich K.A. Surgical treatment of nerve injuries. L.: Meditsina, 1981. 304 p. (In Russ.).
22. Соломин А.Н. Травмы нервов конечностей: клиника, диагностика, лечение в мирное и военное время. Дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1975. 37 с.  
Solomin A.N. Injuries of the nerves of the extremities: clinical picture, diagnostics, treatment in peacetime and wartime. Dis. ... doctor of medical sciences. Leningrad, 1975. 37 p. (In Russ.).
23. Смотокин Б.А., Соломин А.Н. Осложнения при лечении травм нервов конечностей. Л.: Медицина, 1987. 92 с.  
Samotokin B.A., Solomin A.N. Complications at treatment of injuries of nerves of extremities. L.: Meditsina, 1987. 92 p. (In Russ.).
24. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П. и др. Методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы. СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2022. 373 с.  
Trishkin D.V., Kryukov E.V., Chuprina A.P. et al. Guidelines for the treatment of combat surgical trauma. Saint Petersburg: Voenno-meditsinskaya akademiya im. S.M. Kirova, 2022. 373 p. (In Russ.).
25. Берснев В.П., Кокин Г.С., Извекова Т.О. Практическое руководство по хирургии нервов: в 2 томах. Том 1. СПб., 2009. 291 с.  
Bersnev V.P., Kokin G.S., Izvekova T.O. Practical guide to nerve surgery: in 2 volumes. Vol. 1. Saint Petersburg, 2009. 291 p. (In Russ.).
26. Берснев В.П., Кокин Г.С., Извекова Т.О. Практическое руководство по хирургии нервов: в 2 томах. Том 2. СПб., 2009. 561 с.  
Bersnev V.P., Kokin G.S., Izvekova T.O. Practical guide to nerve surgery: in 2 volumes. Vol. 2. Saint Petersburg, 2009. 561 p. (In Russ.).
27. Говенько Ф.С. Хирургия повреждений периферических нервов. СПб.: Феникс, 2010. 383 с.  
Govenko F.S. Surgery of peripheral nerve injuries. Saint Petersburg: Feniks, 2010. 383 p. (In Russ.).
28. Амгад Х. Анатомия спинномозговых нервов и доступы к ним: пер. с англ. Под ред. А.И. Гайворонского, И.В. Гайворонского, Д.В. Свистова. СПб.: Спецлит, 2020. 151 с.  
Amgad Kh. Anatomy of spinal nerves and accesses to them: trans. with English. Eds.: A.I. Gaivoronsky, I.V. Gaivoronsky, D.V. Svistov. Saint Petersburg: Spetslit, 2020. 151 p. (In Russ.).
29. Исенгалиев И.Н., Беседин В.Д., Храпов Ю.В. Сухожильно-мышечная транспозиция при тяжелом необратимом повреждении лучевого нерва: хирургическая техника и клиническая практика. Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко 2021;4(6):23–8. DOI 10.53652/2782-1730-2021-2-4(6)-23-28  
Isengaliev I.N., Besedin V.D., Khrapov Yu.V. Tendon-muscle transposition in severe irreversible damage to the radial nerve: surgical technique and clinical practice. Meditsinskiy vestnik GVKG im. N.N. Burdenko = Medical Bulletin of the N.N. Burdenko Main Military Clinical Hospital 2021;4(6):23–8. (In Russ.). DOI 10.53652/2782-1730-2021-2-4(6)-23-28
30. Исенгалиев И.Н., Беседин В.Д., Храпов Ю.В. Одномоментные восстановление нервного ствола и сухожильно-мышечная транспозиция при тяжелых повреждениях лучевого нерва. Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях. Роль национальной общественной профессиональной организации травматологов в системе здравоохранения РФ: Шестой Всероссийский конгресс с международным участием: сб. тезисов. СПб.: Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2021. С. 57.  
Isengaliev I.N., Besedin V.D., Khrapov Yu.V. One-stage restoration of the nerve trunk and tendon-muscle transposition in severe injuries of the radial nerve. Medical care for injuries. New in organization and technologies. The role of the national public professional organization of traumatologists in the healthcare system of the Russian Federation: the sixth All-Russian congress with international participation: collection of abstracts. Saint Petersburg: Sankt-Peterburgskaya obshchestvennaya organizatsiya "Chelovek i ego zdorov'e", 2021. P. 57. (In Russ.).
31. Гизатуллин Ш.Х., Исенгалиев И.Н., Овчинникова М.Б. 70 лет нейрохирургической клинике госпиталя им. Н.Н. Бурденко. Накопленный опыт лечения огнестрельных ранений центральной и периферической нервных систем. Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко 2022;4(10):32–41. DOI 10.53652/2782-1730-2022-3-4-32-41  
Gizatullin Sh.Kh., Isengaliev I.N., Ovchinnikova M.B. 70 years of the neurosurgical clinic of the hospital named after N.N. Burdenko. Accumulated experience in the treatment of gunshot wounds of the central and peripheral nervous systems. Meditsinskiy vestnik GVKG im. N.N. Burdenko = Medical Bulletin of the N.N. Burdenko Main Military Clinical Hospital 2022;4(10):32–41. (In Russ.). DOI 10.53652/2782-1730-2022-3-4-32-41.
32. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 56377-2015. Клинические рекомендации (протоколы лечения). Профилактика тромбоэмболических синдромов (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 марта 2015 г. № 201-ст). National standard of the Russian Federation. GOST R 56377-2015. Clinical recommendations (treatment protocols). Prevention of thromboembolic syndromes (Approved and put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated March 31, 2015 No. 201-st). (In Russ.).
33. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей: Российские национальные рекомендации (РОХ, РФСХИ, АКХМ, МАКМАХ, АФР). В.С. Савельев и др. М., 2009. 89 с.  
Surgical infections of the skin and soft tissues: Russian National Recommendations (ROS, RFSKHI, AKHM, MAKMAH, AFR). V.S. Saveliev et al. Moscow, 2009. 89 p. (In Russ.).
34. McCaffery M., Beebe A. Pain: Clinical Manual for Nursing Practice. Baltimore: V.V. Mosby Company, 1993. 320 p.
35. Распоряжение Правительства РФ от 16.05.2022 № 1180-р (ред. от 01.08.2023) «Об утверждении перечня заболеваний или состояний (групп заболеваний или состояний), при которых допускается применение лекарственного препарата в соответствии с показателями (характеристиками) лекарственного препарата, не указанными в инструкции по его применению». Order of the Government of the Russian Federation of 16.05.2022 No. 1180-r (as amended on 01.08.2023) "On approval of the list of diseases or conditions (groups of diseases or conditions) for which the use of a medicinal product is permitted in accordance with the indicators (characteristics) of the medicinal product not specified in the instructions for its use". (In Russ.).
36. Шабалов В.А., Исагулян Э.Д. Что делать с трудной болью? (Электростимуляция спинного и головного мозга в лечении хронической неонкологической боли). М.: НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, 2008. 96 с.  
Shabalov V.A., Isagulyan E.D. What to do with difficult pain? (Electro-stimulation of the spinal cord and brain in the treatment of chronic non-oncological pain). Moscow: NII neyrokhirurgii im. akad. N.N. Burdenko, 2008. 96 p. (In Russ.).

37. Пирогов Н.И. Начала общей военно-полевой хирургии, взятые из наблюдений военно-госпитальной практики и воспоминаний о Крымской войне и Кавказской экспедиции. Дрезден: Тип. Э. Блохмана и сына, 1865. 468 с.

Pirogov N.I. Principles of General Military Field Surgery, Taken from Observations of Military Hospital Practice and Memories of the Crimean War and the Caucasian Expedition. Dresden: Print. E. Blokhman and Son, 1865. 468 p. (In Russ.).

**Благодарность.** Авторы выражают искреннюю благодарность доценту кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, кандидату медицинских наук Малецкому Эдуарду Юрьевичу, который организовал и провел курсы повышения квалификации по ультразвуковой диагностике повреждений периферической нервной системы для военных врачей Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова и госпиталей Минобороны России.

**Acknowledgment.** The authors express sincere gratitude to Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy of the I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University, Ministry of Health of Russia, candidate of medical sciences Maletsky Eduard Yuryevich, who organized and conducted advanced training courses on ultrasound diagnostics of peripheral nervous system injuries for military doctors of the S.M. Kirov Military Medical Academy, and hospitals of the Ministry of Defense of Russia.

#### Вклад авторов

А.И. Гайворонский: разработка современных принципов оказания помощи при боевых повреждениях периферических нервов, хирургическое лечение раненых, наблюдение за ними, анализ данных, написание и редактирование текста статьи;

Д.В. Свистов, Ш.Х. Гизатуллин: обзор публикаций по теме статьи, хирургическое лечение раненых, анализ данных, научное редактирование текста статьи;

И.Н. Исенгалиев, Д.М. Исаев, Л.И. Чуриков, К.А. Абакина: разработка дизайна исследования, хирургическое лечение раненых, курирование пациентов, анализ данных, написание и редактирование текста статьи;

С.В. Коломенцев, Д.А. Аверьянов: лечение и реабилитация раненых, написание текста статьи;

Э.Ю. Малецкий: выполнение диагностических исследований, написание текста статьи;

М.А. Приймак: начальник нейрохирургической группы;

Б.В. Ким-Скалийчук: сбор данных для анализа, написание текста статьи.

#### Authors' contributions

A.I. Gaivoronsky: development of modern principles of providing assistance in combat injuries of peripheral nerves, surgical treatment of the wounded, monitoring them, data analysis, article writing and editing;

D.V. Svistov, S.H. Gizatullin: review of publications on the topic of the article, surgical treatment of the wounded, data analysis, article scientific editing;

I.N. Isengaliyev, D.M. Isaev, L.I. Churikov, K.A. Abakina: development of the study design, surgical treatment of the wounded, patient supervision, data analysis, article writing and editing;

S.V. Kolomentsev, D.A. Averyanov: treatment and rehabilitation of the wounded, article writing;

E.Y. Maletsky: performing diagnostic studies, article writing;

M.A. Priymak: the head of the neurosurgical group;

B.V. Kim-Skaliychuk: collecting data for analysis, article writing.

#### ORCID авторов / ORCID of authors

А.И. Гайворонский / A.I. Gaivoronsky: <https://orcid.org/0000-0003-1886-5486>

Д.В. Свистов / D.V. Svistov: <https://orcid.org/0000-0002-3922-9887>

И.Н. Исенгалиев / I.N. Isengaliyev: <https://orcid.org/0000-0002-6444-4757>

Д.М. Исаев / D.M. Isaev: <https://orcid.org/0000-0003-3336-3230>

С.В. Коломенцев / S.V. Kolomentsev: <https://orcid.org/0000-0002-3756-6214>

Л.И. Чуриков / L.I. Churikov: <https://orcid.org/0000-0002-4982-7848>

Д.А. Аверьянов / D.A. Averyanov: <https://orcid.org/0000-0003-4353-4953>

Э.Ю. Малецкий / E.Y. Maletsky: <https://orcid.org/0000-0001-8677-3095>

К.А. Абакина / K.A. Abakina: <https://orcid.org/0009-0002-7534-2825>

М.А. Приймак / M.A. Priymak: <https://orcid.org/0000-0003-4984-9526>

Ш.Х. Гизатуллин / S.H. Gizatullin: <https://orcid.org/0000-0002-2953-9902>

Б.В. Ким-Скалийчук / B.V. Kim-Skaliychuk: <https://orcid.org/0000-0002-6024-8142>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

Статья поступила: 08.03.2024. Принята к публикации: 19.11.2024. Опубликовано онлайн: 11.06.2025.

Article submitted: 08.03.2024. Accepted for publication: 19.11.2024. Published online: 11.06.2025.