

Гений ортопедии. 2023;29(1):7-11.

Genij Ortopedii. 2023;29(1):7-11.

Научная статья

УДК 616.833.34-001:616.833-089.853

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-1-7-11>**Эффективность невролиза плечевого сплетения под видеоэндоскопической ассистенцией при лечении брахиоплексопатий у взрослых****Р.Х. Сагдиев^{1,2}, С.С. Дыдыкин¹, А.Г. Шапкин², Р.А. Суфианов¹, С.В. Люлин³, Д.Ю. Борзунов^{4,5}, А.А. Суфианов^{1,2}✉**¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия² Федеральный центр нейрохирургии, Тюмень, Россия³ Медицинский центр Кармель, Челябинск, Россия⁴ Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия⁵ Центральная городская клиническая больница № 23, Екатеринбург, Россия**Автор, ответственный за переписку:** Альберт Акрамович Суфианов, sufianov@gmail.com**Аннотация**

Введение. Способ эндоскопической ревизии, невролиза и декомпрессии плечевого сплетения является современным малоинвазивным методом лечения. Он позволяет полностью сохранить анатомические структуры (кожа, фасции, мышцы, ключица, артерии, вены, нервы), минимизировать повреждение структур плечевого сплетения, так как невролиз проводится вдоль стволов и пучков сплетения через малотравматичный трансаксиллярный доступ. Однако эффективность данного вида операции не была изучена ранее. **Цель.** Оценить эффективность невролиза плечевого сплетения под видеоэндоскопической ассистенцией при лечении брахиоплексопатий у взрослых. **Материалы и методы.** В исследовании участвовали пациенты, госпитализированные в ФЦН г. Тюмени в период с 2017 по 2022 г. с диагнозом «брахиоплексопатия», которым по медицинским показаниям был проведен невролиз плечевого сплетения под видеоэндоскопической ассистенцией. Количество пациентов составило 25 человек. Результаты лечения оценивали на основании данных шкал и опросников, неврологический осмотр проводили с определением мышечной силы по Британской шкале (M5-M0), типа чувствительных нарушений и их степени по шкале от 0 до 10, где 10 – полная сохранность чувствительности, а 0 – ее полное отсутствие, что подтверждалось данными функциональной диагностики (стимуляционная ЭНМГ) через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel (Microsoft Office 365) и Stattech 2.0. Для количественных признаков рассчитывали среднее арифметическое (М) и стандартную ошибку средней (SEM). Для оценки статистической значимости полученных результатов использовали параметрический t – критерий Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$. **Результаты и обсуждение.** Средний возраст пациентов составил 48 ± 15 лет, соотношение полов (м/ж) – 18/7, сторона поражения (правая/левая) – 12/13. Положительный результат был достигнут в 76 % случаев ($n = 19$), отсутствие положительной динамики отмечено в 24 % случаев ($n = 6$), случаев с отрицательным результатом выявлено не было. При сравнении показателей у групп с положительным результатом и его отсутствием выявлено, что степень нарушения функции конечности и степень пареза влияют на результат лечения ($p < 0,05$). У всех пациентов с благоприятным результатом положительная динамика наблюдалась, начиная с $5,89 \pm 0,93$ (диапазон 1-15) недели после операции. **Заключение.** Предложенный способ невролиза плечевого сплетения является эффективным методом лечения пациентов с брахиоплексопатиями различной этиологии. Основным фактором, влияющим на результат лечения, является степень нарушения функции конечности, тяжесть которой обратно пропорциональна степени восстановления функции в послеоперационном периоде. На основе полученных результатов, при парезе пораженных мышц 0-1 балл невролиз не был эффективен. При отсутствии положительного эффекта от операции в течение трех месяцев после ее проведения дальнейшая выжидательная тактика не является целесообразной, и требуется рассмотрение вопроса о возможности и необходимости проведения других вариантов лечения.

Ключевые слова: плечевое сплетение, брахиоплексопатия, невролиз, эндоскоп, функция конечности

Для цитирования: Сагдиев Р.Х., Дыдыкин С.С., Шапкин А.Г., Суфианов Р.А., Люлин С.В., Борзунов Д.Ю., Суфианов А.А. Эффективность невролиза плечевого сплетения под видеоэндоскопической ассистенцией при лечении брахиоплексопатий у взрослых. *Гений ортопедии*. 2023;29(1):7-11. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-1-7-11. EDN AGNBKO.

Original article***The effectiveness of endoscopic brachial plexus neurolysis in the treatment of brachial plexus palsy in adults*****R.H. Sagdiev^{1,2}, S.S. Dydykin¹, A.G. Shapkin², R.A. Sufianov¹, S.V. Lyulin³, D.Yu. Borzunov^{4,5}, A.A. Sufianov^{1,2}✉**¹ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation² Federal Center for Neurosurgery, Tyumen, Russian Federation³ Medical Center Carmel, Chelyabinsk, Russian Federation⁴ Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation⁵ Central City Clinical Hospital No. 23, Ekaterinburg, Russian Federation**Corresponding author:** Albert A. Sufianov, sufianov@gmail.com**Abstract**

Introduction The method of endoscopic revision, neurolysis and decompression of the brachial plexus is a current minimally invasive method of treatment. It is able to completely preserve the anatomical structures (skin, fascia, muscles, clavicle, arteries, veins, nerves) and minimize damage to the structures of the brachial plexus, since neurolysis is carried out along the trunks and bundles of the plexus through a low-invasive transaxillary approach. However, the effectiveness of this type of operation has not been studied previously. **The aim of the study** To evaluate the effectiveness of brachial plexus neurolysis under video endoscopic assistance in the treatment of brachioplexopathies in adults **Materials and methods** The study involved patients hospitalized in the Tyumen Federal Center for the period from 2017 to 2022 with a diagnosis of brachial plexus palsy, who, for medical reasons, underwent neurolysis of the brachial plexus under video endoscopic assistance. The number of patients gave informed consent was 25 subjects. The results of treatment were assessed with score systems and questionnaires; neurological examination was performed and muscle strength was assessed according to the British scale (M5-M0), the type of sensory disorders and their degree on a scale from 0 to 10, where 10 is the complete preservation of sensitivity, and 0 is its complete absence and were confirmed by the data of functional diagnostics (stimulation ENMG) 3, 6 and 12 months after the operation. Statistical data processing was carried out using the Microsoft Excel (Microsoft Office 365) and Stattech 2.0 software package. For quantitative traits, the arithmetic mean (M) and standard error of the mean (SEM) were calculated. To assess the statistical significance of the results obtained, the parametric t-Student's test was used. Differences were considered significant at $p < 0.05$. **Results** The mean age of the patients was 48 ± 15 years, gender ratio (m/f) was 18/7, the affected side (right/left) ratio was 12/13. A positive result was achieved in 75 % of cases ($n = 19$), the absence of positive dynamics was noted in 25 % of cases ($n = 6$); there were no cases of poor results. When comparing the indicators in groups with a positive result and its absence, it was

revealed that the degree of limb dysfunction and the degree of paresis affect the treatment outcome ($p < 0.05$). In all patients with a positive result, a positive trend was observed starting from 5.89 ± 0.93 (range 1-15) weeks after surgery. **Conclusion** The proposed method of neurolysis of the brachial plexus is an effective method for the treatment of patients with brachial plexus palsy of various etiologies. The main factor influencing the outcome of treatment is limb dysfunction, the severity of which is inversely proportional to the function recovery in the postoperative period. Based on the results obtained, neurolysis was not effective in paresis of the affected muscles scoring 0-1 points. If there is no positive effect from the intervention within 3 months after its implementation, further waiting tactics is not advisable. Other treatment options should be considered.

Keywords: brachial plexus, brachial plexus palsy, neurolysis, endoscope, limb function

For citation: Sagdiev RH, Dydykin SS, Shapkin AG, Sufianov RA, Lyulin SV, Borzunov DYU, Sufianov AA. The effectiveness of endoscopic brachial plexus neurolysis in the treatment of brachial plexus palsy in adults. *Genij Ortopedii*. 2023;29(1):7-11. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-1-7-11

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом частота встречаемости заболеваний периферических нервов, в том числе травматических повреждений, только растет, но при этом, хирургия при данной патологии по сей день остается одной из наименее изученных областей медицины.

Брахиоплексопатии по частоте занимают ведущее место среди повреждений нервных стволов верхней конечности [1]. В большинстве случаев страдают лица трудоспособного возраста [2-6] с превалированием лиц мужского пола [2-5], а стойкая утрата трудоспособности достигает 60-80 % [7-9], обуславливая, тем самым, не только медицинскую, но и социально-экономическую значимость проблемы. У 60 % пострадавших имеются нарушения функции конечности в результате частичного повреждения нервов [10]. В случаях травматических брахиоплексопатий с частотой 54-70 % имеются сочетанные травмы [2, 11, 12].

Среди положительных моментов стоит отметить значительный прорыв в хирургии периферических нервов за последние десятилетия. Был разработан «Способ эндоскопической ревизии, невролиза и декомпрессии плечевого сплетения» [13]. Способ позволяет полностью сохранить анатомические структуры (кожа, фасции, мышцы, ключица, артерии, вены, нервы), минимизировать повреждение структур плечевого сплетения, так как невролиз проводится вдоль стволов и пучков сплетения через малотравматичный трансаксиллярный доступ. Все это обеспечивает быструю реабилитацию пациентов, сокращение продолжительности стационарного лечения, низкую интенсивность послеоперационного болевого синдрома. Однако эффективность данного вида операции не была изучена ранее.

Цель работы – оценить эффективность предложенного метода невролиза плечевого сплетения под видеоэндоскопической ассистенцией при лечении брахиоплексопатий у взрослых.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пациенты

В исследовании участвовали пациенты, госпитализированные в ФЦН г. Тюмени в период с 2017 по 2022 г. с диагнозом «брахиоплексопатия», которым по медицинским показаниям был проведен невролиз плечевого сплетения под видеоэндоскопической ассистенцией. Хирургическое лечение прошли 25 человек. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом Сеченовского университета, выписка из протокола № 04-21. Все пациенты подписали информированное согласие на исследование. Критерий включения пациентов в исследование – возраст старше 18 лет, критерий исключения: выраженные дегенеративные изменения в шейном отделе позвоночника с вторичной вертеброгенной миелопатией, ставящие под сомнение диагноз «брахиоплексопатия».

Показания для проведения операции, учитываемые в данном исследовании:

- 1) установленный диагноз «брахиоплексопатия» на основании жалоб, анамнеза, данных исследований;
- 2) отсутствие достоверных признаков нарушения анатомической целостности структур плечевого сплетения по данным исследований;
- 3) неполное восстановление функции поражённой конечности на фоне адекватного консервативного лечения в течение 3-6 месяцев до момента госпитализации;
- 4) значительное нарушение функции верхней конечности, снижающее качество жизни пациента.

Предоперационная диагностика

Всем пациентам при госпитализации были проведены исследования согласно стандартам.

Неврологический осмотр проведен с определением мышечной силы по Британской шкале (M5-M0),

типа чувствительных нарушений и их степени по шкале от 0 до 10, где 10 – полная сохранность чувствительности, а 0 – ее полное отсутствие [14].

Использовали следующие шкалы и опросники: вопросник неспособностей верхних конечностей (Disabilities of the arm, shoulder and hand, DASH), нумерологическая оценочная шкала боли (НОШ) [14].

Были проведены стимуляционная ЭНМГ и МРТ плечевого сплетения (при наличии противопоказаний проводилась КТ-миелография) с целью исключения нарушения анатомической целостности структур плечевого сплетения.

Техника операции

Под эндотрахеальным наркозом в положении пациента лежа на спине с отведенной в сторону рукой в подмышечной впадине проводился разрез по кожной складке так, чтобы в центре разреза находилась проекция сосудисто-нервного пучка плеча (рис. 1).

После вскрытия подмышечной фасции выделяли сосудисто-нервный пучок, в нем идентифицировали нервы, артерию и вены, фиксировали их на держалки. После этого в рану параллельно сосудисто-нервному пучку вводили ретрактор с оптикой. Дальнейшие действия производили под контролем эндоскопической оптики и с помощью инструментов для эндоневролиза. Постепенно продвигая эндоскопический ретрактор вдоль нервно-сосудистых структур производили разведение спаек и освобождение структур плечевого сплетения от окружающих тканей, начиная дистально с уровня ответвления конечных ветвей и заканчивая проксимально в месте вхождения корешков в межпозвонковые отверстия (рис. 2). Во время проведения операции проводили нейрофизиологический контроль.

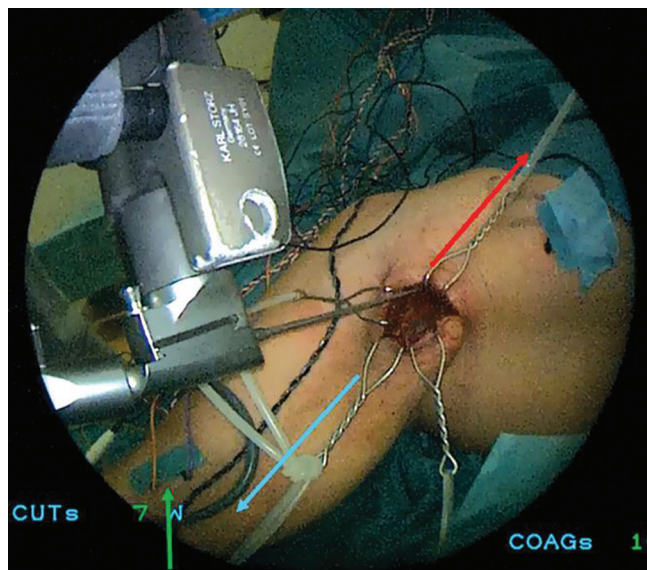


Рис. 1. Вид раны перед введением эндоскопа в эндоскопический ректатор. Красная стрелка указывает проксимальное направление, голубая – дистальное. Зелёной стрелкой указаны электроды для проведения нейрофизиологического контроля

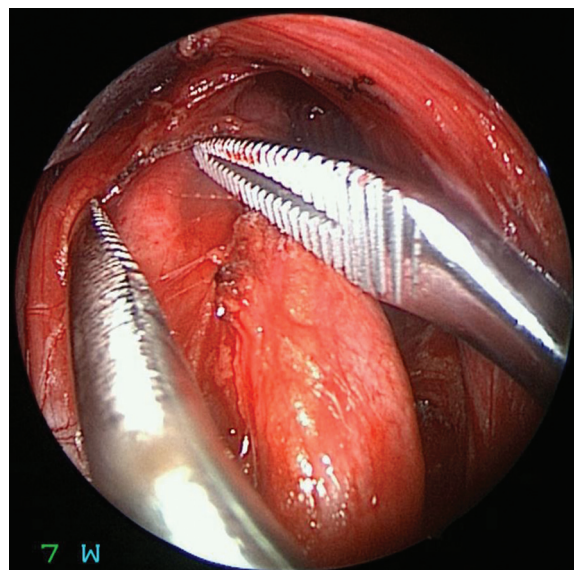


Рис. 2. Эндоскопический вид (диаметр рабочей части 4 мм, угол направления оптики 0 градусов) структур плечевого сплетения во время проведения основного этапа операции

Интерпретация возможных результатов

Результаты лечения оценивали на основании данных шкал и опросников, неврологического осмотра и подтверждали данными функциональной диагностики (стимуляционная ЭНМГ) через 3, 6 и 12 месяцев после операции. При неврологическом осмотре отдельно оценивали 3 показателя: сила, чувствительные нарушения и боль. Положительным результатом при парезе в 3 балла считалось увеличение силы до 4-5 баллов, при парезе 0-2 балла положительным результатом считалось увеличение силы до 3-5 баллов. Чувствительные нарушения оценивали по шкале от 0 до 10, положительным результатом считали

улучшение чувствительности на 1 балл и более. Боль оценивали по шкале НОШ, положительным результатом считали уменьшение болевого синдрома на 50 % и более.

Статистический анализ

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel (Microsoft Office 365) и Stattech 2.0. Для количественных признаков рассчитывали среднее арифметическое (М) и стандартную ошибку средней (SEM). Для оценки статистической значимости полученных результатов использовали параметрический t-критерий Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средний возраст пациентов составил 48 ± 15 лет, соотношение полов (м/ж) – 18/7, сторона поражения (правая/левая) – 12/13. Основными причинами развития брахиоплексопатии в основной группе были падение на руку (6 пациентов, 24 % случаев), вывих плечевого сустава (6 пациентов, 24 %), ДТП (5 пациентов, 20 %) (табл. 1).

Таблица 1

Причины развития брахиоплексопатии у пациентов

Причина	Количество случаев	
	абс.	%
ДТП	5	20
Падение на руку	6	24
Вывих плечевого сустава	6	24
Ножевое ранение	1	4
Ятрогения	4	16
Идиопатическая брахиоплексопатия	3	12
Всего	25	100

Положительный результат был достигнут в 76 % случаев ($n = 19$), отсутствие положительной динамики отмечено в 24 % клинических наблюдений ($n = 6$), исходов лечения с отрицательным результатом заре-

гистрировано не было. С целью выявления факторов, влияющих на результат операции, нами было проведено сравнение основных показателей перед проведением операции у пациентов с положительным результатом и его отсутствием (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение основных показателей перед проведением операции у пациентов с положительным результатом и его отсутствием

Показатель	Случаи с положительным результатом (М $\pm$ SEM)	Случаи без положительного результата (М $\pm$ SEM)	p-value
Парез	2,7 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,4	< 0,05
Чувствительные нарушения	6,1 $\pm$ 1,5	5,5 $\pm$ 3,1	> 0,05
DASH	45,4 $\pm$ 3,5	79,3 $\pm$ 3,6	< 0,05
НОШ	3,1 $\pm$ 1	2,6 $\pm$ 1,3	> 0,05

Важным клиническим аспектом являются сроки восстановления функции конечности после проведения операции. По данным нашего исследования, у всех пациентов с благоприятным результатом положительную динамику наблюдали, начиная с $5,89 \pm 0,93$ (диапазон 1-15) недели после операции.

ОБСУЖДЕНИЕ

История применения эндоскопа в хирургии плечевого сплетения началась не так давно, с 90-х годов прошлого столетия, когда в эксперименте впервые была проведена ревизия корешков плечевого сплетения под эндоскопической ассистенцией [15]. Позже K.G. Krishnan, проведя исследования на трупах, одним из первых предложил проводить ревизию плечевого сплетения как диагностическую операцию, направленную на выявление степени повреждения плечевого сплетения и планирования дальнейшей тактики лечения, помимо этого, обозначив основные анатомические ориентиры при его выполнении через над- и подключичный доступы [16]. Аналогичное исследование, но с использованием роботизированной техники, было проведено G. Mantovani в 2011 году на двух плечевых сплетениях на одном свежем, нескрытом трупе [17].

Первый, встречающийся в литературе случай проведения эндоскопической ревизии плечевого сплетения на живом человеке был описан в 2006 году, когда пациенту с закрытой травмой плечевого сплетения после ДТП была проведена данная операция, после проведения которой, через 6 месяцев, наступило полное восстановление силы и чувствительности в пораженной руке [18].

В последующем проводимую с 1910 года резекцию первого ребра при синдроме верхнего грудного выхода впервые было предложено проводить под видеоэндоскопической ассистенцией в 2007 году [19].

В 2017 году T. Lafosse и соавторы предложили оригинальный метод проведения невролиза всех отделов плечевого сплетения при синдроме верхнего грудного выхода [20]. Чуть позже, в 2020 году, той же группой ученых была доказана эффективность данного метода при лечении взрослых пациентов с брахиоплексопатией, возникшей вследствие вывиха плечевого сустава, а в дальнейшем предложен алгоритм ведения пациентов [21].

В 2021 году группой учёных был предложен метод эндоскопической ревизии и невролиза плечевого сплетения, позволяющий при необходимости проводить вмешательства на плечевом суставе, что является актуальным у пациентов с сочетанной патологией [22].

На основании вышеописанных исследований на данный момент возможно разделение методов эндоскопического невролиза плечевого сплетения на несколько типов.

1. Невролиз плечевого сплетения под видеоэндоскопической ассистенцией.

2. Полностью эндоскопический невролиз плечевого сплетения, в том числе – робот-ассистированный.

Второй способ был изучен, доказана его эффективность в клинической практике, но первый способ, по данным литературы, в клиническом аспекте был применен единожды, что делает необходимым его изучение. Используемый в нашем исследовании способ является вариантом первого способа, поэтому впервые он был проведен на статистически значимой группе пациентов с различной этиологией возникновения брахиоплексопатий и различной степенью тяжести. Помимо этого, удалось уточнить критерии отбора пациентов для данного вида операции и определить сроки ожидания положительного результата в послеоперационном периоде.

В последние годы отмечен колоссальный прогресс в оперативных методах лечения поражений плечевого сплетения [23, 24]. Однако проблема полного восстановления функции верхней конечности остается актуальной проблемой, с которой пришлось столкнуться и в проведенном нами исследовании. Уже имеются исследования, согласно которым были определены оптимальные сроки для проведения операции [24, 25, 26], а также определены факторы, изначально ухудшающие прогноз лечения, такие как отсутствие реабилитации в послеоперационном периоде [27, 28], избыточная масса тела [29, 30, 31] и возраст пациента [32], исходя из которых для повышения степени восстановления функции верхней конечности мы рекомендуем обратить внимание на нижеизложенные факторы.

1. При диагностике нарушения анатомической целостности нервных структур спонтанное восстановление невозможно, поэтому требуется проведение оперативного вмешательства безотлагательно.

2. При отсутствии достоверных признаков нарушения анатомической целостности нервных структур рекомендуется проведение консервативного лечения в течение 3-6 месяцев после развития брахиоплексопатии, а при его неэффективности следует проводить оперативное лечение не позднее чем через 6-7 месяцев после развития брахиоплексопатии, в противном случае, эффективность операций на нервных структурах резко снижается, и восстановление функции конечности возможно лишь при помощи реконструктивных и ортопедических вмешательств.

3. Проведение реабилитации до и после операции значительно повышает шансы на восстановление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный способ невролиза плечевого сплетения является эффективным методом лечения пациентов с брахиоплексопатиями различной этиологии. Основным фактором, влияющим на результат лечения, является степень нарушения функции конечности, тяжесть которой обратно пропорциональна степени восстановления функции в послеоперационном периоде. На ос-

нове полученных результатов, при парезе пораженных мышц в 0-1 балл невролиз не был эффективен. При отсутствии положительного эффекта от операции в течение трех месяцев после ее проведения дальнейшая выжидательная тактика не является целесообразной, и требуется рассмотрение вопроса о возможности и необходимости проведения других вариантов лечения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Айтемиров Ш.М., Нинель В.Г., Коршунова Г.А., Щаницын И.Н. Высокореагирующая ультрасонография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2015;(3):116-125. EDN: UXGOGZ.
2. Faglioni W, Siqueira MG, Martins RS, Heise CO, Foroni L. The epidemiology of adult traumatic brachial plexus lesions in a large metropolis. *Acta Neurochir*. 2014;156(5):1025-1028. doi: 10.1007/s00701-013-1948-x

3. Songcharoen P. Brachial plexus injury in thailand: a report of 520 cases. *Microsurgery*. 1995;16(1):35-39. doi: 10.1002/micr.1920160110
4. Kim DH, Cho Y-J, Tiel R, Kline D. Outcomes of surgery in 1019 brachial plexus lesions treated at Louisiana State University Health Sciences Center. *J Neurosurg*. 2003;98(5):1005-1016. doi: 10.3171/jns.2003.98.5.1005
5. Li G, Xue M, Wang J, Zeng X, Qin J, Sha K. Traumatic brachial plexus injury : a study of 510 surgical cases from multicenter services in Guangxi, China. *Acta Neurochir*. (Wien). 2019;161(5):899-906. doi: 10.1007/s00701-019-03871-y
6. Jain DK, Bhardwaj P, Venkataramani H, Sabapathy SR. An epidemiological study of traumatic brachial plexus injury patients treated at an Indian Centre. *Indian J Plast Surg*. 2012;45(3):498-503. doi: 10.4103/0970-0358.105960
7. Богов А.А., Ханнанова И.Г. Тактика хирургического лечения повреждений плечевого сплетения. *Практическая медицина*. 2008;(1):64-66. EDN: LDGLNP
8. Шевелев И.Н. Травматические поражения плечевого сплетения (диагностика, микрохирургия). М., 2005. 383 с.
9. Kim DH, Cho Y-J, Tiel RL, Kline DG. Outcomes of surgery in 1019 brachial plexus lesions treated at Louisiana Health Sciences Center. *J Neurosurg*. 2003;98(5):1005-1016. doi: 10.3171/jns.2003.98.5.1005
10. Стрелис Л.П., Левицкий Е.Ф., Абдулкина Н.Г., Лаптев Б.И. Физиотерапия травм периферических нервов. Томск: Красное знамя, 2001. 270 с.
11. Midha R. Epidemiology of brachial plexus injuries in a multitrauma population. *Neurosurgery*, 1997;4(6):1182-1189.
12. Kaiser R, Mencl L, Haninec P. Injuries associated with serious brachial plexus involvement in polytrauma among patients requiring surgical repair. *Injury*. 2014;45(1):223-226. doi: 10.1016/j.injury.2012.05.013
13. Пат. 2637616С1 Российская Федерация. Способ эндоскопической ревизии, невролиза и декомпрессии плечевого сплетения / Суфианов А.А., Гизатуллин М.Р., Якимов Ю.А.; заявл. 13.07.2016 ; опубл. 05.12.2017, Бюл. № 34.
14. Shin AY, Pulos N. *Operative Brachial Plexus Surgery*. Springer Nature Switzerland, 2021. 639 p.
15. Monsivais JJ, Narakas AO, Turkof E, Sun Y. The endoscopic diagnosis and possible treatment of nerve root avulsions in the management of brachial plexus injuries. *J Hand Surg Br*. 1994;19(5):547-549. doi: 10.1016/0266-7681(94)90111-2
16. Krishnan KG, Pinzer T, Reber F, Schackert G. Endoscopic exploration of the brachial plexus: technique and topographic anatomy – a study in fresh human cadavers. *Neurosurgery*. 2004;54(2):401-409. doi: 10.1227/01.neu.0000103423.08860.a9
17. Mantovani G, Liverneux P, Garcia JC Jr, Berner SH, Bednar MS, Mohr CJ. Endoscopic exploration and repair of brachial plexus with telerobotic manipulation: a cadaver trial. *J Neurosurg*. 2011;115(3):659-664. doi: 10.3171/2011.3.JNS10931
18. Braga-Silva J, Gehlen D, Kuyven CR. Endoscopic exploration of a brachial plexus injury. *J Reconstr Microsurg*. 2006;22(7):539-541. doi: 10.1055/s-2006-951320
19. Abdellaoui A, Atwan M, Reid F, Wilson P. Endoscopic assisted transaxillary first rib resection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2007 Oct;6(5):644-646. doi: 10.1510/icvts.2007.151423
20. Lafosse T, Le Hanneur M, Lafosse L. All-endoscopic brachial plexus complete neurolysis for idiopathic neurogenic thoracic outlet syndrome: a prospective case series. *Arthroscopy*. 2017 Aug;33(8):1449-1457. doi: 10.1016/j.arthro.2017.01.050
21. Le Hanneur M, Colas M, Serane-Fresnel J, Lafosse L, Grandjean A, Silvera J, Lafosse T. Endoscopic brachial plexus neurolysis in the management of infraclavicular nerve injuries due to glenohumeral dislocation. *Injury*. 2020 Nov;51(11):2592-2600. doi: 10.1016/j.injury.2020.08.005
22. Belyak E, Lazko F, Prizov A, Lazko M, Maglaperidze I. [Clinical case of endoscopic brachial plexus decompression in a patient with rotator cuff rupture and post traumatic plexopathy]. *Georgian Med News*. 2021 Jul-Aug;(316-317):30-35. (In Russian)
23. Siqueira MG, Malessy MJA. Traumatic brachial plexus lesions: clinical and surgical aspects. In: *Treatment of peripheral nerve lesions*. Prism Books. 2011. p. 93-110.
24. Bertelli JA, Ghizoni MF. Results and current approach for Brachial Plexus reconstruction. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj*. 2011 Jun 16;6(1):2. doi: 10.1186/1749-7221-6-2
25. Siquiera MG, Martins R, Heisse O, Socolovsky M. Lesiones traumáticas del plexo braquial e adultos: Parte 1. Mecanismos de lesión, métodos diagnósticos e indicaciones del tratamiento quirúrgico. In: *Neurocirugía, Aspectos Clínicos y Quirúrgicos*, 1st Ed. Corpus. 2010.
26. Millesi H. Update on the treatment of adult brachial plexus injuries. In: *Brachial plexus injuries*. Martin Dunitz Ltd. 2001.
27. Socolovsky M, Di Masi G, Battaglia D. Use of long autologous nerve grafts in brachial plexus reconstruction: factors that affect the outcome. *Acta Neurochir* (Wien). 2011 Nov;153(11):2231-2240. doi: 10.1007/s00701-011-1131-1
28. Socolovsky M, di Masi G, Bonilla G, Domínguez Paez M, Robla J, Calvache Cabrera C. The phrenic nerve as a donor for brachial plexus injuries: is it safe and effective? Case series and literature analysis. *Acta Neurochir* (Wien). 2015 Jun;157(6):1077-1086; discussion 1086. doi: 10.1007/s00701-015-2387-7
29. Elhassan B, Bishop AT, Hartzler RU, Shin AY, Spinner RJ. Tendon transfer options about the shoulder in patients with brachial plexus injury. *J Bone Joint Surg Am*. 2012 Aug 1;94(15):1391-1398. doi: 10.2106/JBJS.J.01913
30. Socolovsky M, Di Masi G, Bonilla G, Malessy M. Spinal to accessory nerve transfer in traumatic brachial plexus palsy: is body mass index a predictor of outcome? *Acta Neurochir* (Wien). 2014 Jan;156(1):159-163. doi: 10.1007/s00701-013-1896-5
31. Socolovsky M, Martins RS, Di Masi G, Bonilla G, Siqueira MG. Influence of body mass index on the outcome of brachial plexus surgery: are there any differences between elbow and shoulder results? *Acta Neurochir* (Wien). 2014 Dec;156(12):2337-2344. doi: 10.1007/s00701-014-2256-9
32. Socolovsky M, di Masi G, Bonilla G, Lovaglio AC, López D. Age as a Predictor of Long-Term Results in Patients with Brachial Plexus Palsies Undergoing Surgical Repair. *Oper Neurosurg* (Hagerstown). 2018 Jul 1;15(1):15-24. doi: 10.1093/ons/oxp184

Статья поступила в редакцию 03.11.2022; одобрена после рецензирования 21.11.2022; принята к публикации 16.12.2022.

The article was submitted 03.11.2022; approved after reviewing 21.11.2022; accepted for publication 16.12.2022.

Информация об авторах:

1. Ранель Хамитович Сагдиев – Ranel313@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3295-6632>;
2. Сергей Сергеевич Дыдыкин – доктор медицинских наук, профессор, dydykin_ss@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1273-0356>;
3. Андрей Григорьевич Шапкин – кандидат медицинских наук, <https://orcid.org/0000-0001-6216-0825>;
4. Ринат Альбертович Суфианов – sufianov_r_a@staff.sechenov.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4031-0540>;
5. Сергей Владимирович Люлин – доктор медицинских наук, carmel74@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2549-1059>;
6. Дмитрий Юрьевич Борзунов – доктор медицинских наук, borzunov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3720-5467>;
7. Альберт Акрамович Суфианов – доктор медицинских наук, профессор, sufianov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>.

Information about authors:

1. Ranel H. Sagdiev – Ranel313@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3295-6632>;
2. Sergey S. Dydykin – Doctor of Medical Sciences, Professor, dydykin_ss@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1273-0356>;
3. Andrey G. Shapkin – Candidate of Medical Sciences, <https://orcid.org/0000-0001-6216-0825>;
4. Rinat A. Sufianov – sufianov_r_a@staff.sechenov.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4031-0540>;
5. Sergey V. Lyulin – Doctor of Medical Sciences, carmel74@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2549-1059>;
6. Dmitry Yu. Borzunov – Doctor of Medical Sciences, borzunov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3720-5467>;
7. Albert A. Sufianov – Doctor of Medical Sciences, Professor, sufianov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>.

Конфликт интересов. Не заявлен.

Источник финансирования. Не заявлен.