

УДК 617.57-77

DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP630667>

© This work is licensed under CC BY 4.0

©Authors, 2024

## ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСОСКЕЛЕТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ ПЛЕЧЕВОЙ ПЛЕКСОПАТИИ

**А.А. Воробьев<sup>1, 2, 3</sup>, О.В. Курушина<sup>1</sup>, Ф.А. Андриющенко<sup>2</sup>, Д.И. Нежинский<sup>1, 3</sup>, И.С. Луцкий<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России (Волгоград, Российская Федерация)

<sup>2</sup>ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр» (Волгоград, Российская Федерация)

<sup>3</sup>Федеральный центр поддержки разработки и внедрения экзоскелетов (Волгоград, Российская Федерация)

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького» (Донецк, Российская Федерация)

**Для цитирования:** Воробьев А.А., Курушина О.В., Андриющенко Ф.А., Нежинский Д.И., Луцкий И.С. **Возможности экзоскелетной реабилитации посттравматической плечевой плексопатии.** *Аспирантский вестник Поволжья.* 2024;24(2):21-25.

DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP630667>

### ■ Сведения об авторах

Воробьев А.А. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии; научный руководитель.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5100-8369> E-mail: [cos@volgmed.ru](mailto:cos@volgmed.ru)

Курушина О.В. – д-р мед. наук, доцент, заведующая кафедрой неврологии, нейрохирургии, медицинской генетики.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4364-0123> E-mail: [ovkurushina@mail.ru](mailto:ovkurushina@mail.ru)

Андриющенко Ф.А. – канд. мед. наук, старший научный сотрудник; специалист.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6497-1848> E-mail: [andrewshenko@mail.ru](mailto:andrewshenko@mail.ru)

Нежинский Д.И. – ассистент кафедры неврологии, нейрохирургии, медицинской генетики; специалист.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9406-1895> E-mail: [dmitrynezhinsky@yandex.ru](mailto:dmitrynezhinsky@yandex.ru)

Луцкий И.С. – д-р мед. наук, заведующий кафедрой детской и общей неврологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6790-6980> E-mail: [lutsky.ig@rambler.ru](mailto:lutsky.ig@rambler.ru)

### ■ Аннотация

Посттравматическая плечевая плексопатия в 70% случаев возникает вследствие дорожно-транспортного происшествия, остальные случаи приходится на спортивные, производственные, бытовые травмы, а также ранения осколочного и минно-взрывного характера, полученные в ходе военных действий. Даже успешная микрохирургическая реконструкция с последующей медикаментозной терапией и реабилитацией не гарантируют полного восстановления, что побуждает искать новые способы восстановления пациентов с ПТПП.

В данной статье на примере клинического наблюдения демонстрируются возможности отечественной разработки – пассивного экзоскелета верхней конечности «ЭКЗАР-34».

■ **Ключевые слова:** посттравматическая плексопатия, экзоскелетная реабилитация, «ЭКЗАР-24».

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

### ■ Список сокращений

ПТПП – посттравматическая плечевая плексопатия.

Получено: 24.04.2024

Одобрено: 11.09.2024

Опубликовано: 01.11.2024

## POSSIBILITIES OF EXOSKELETAL REHABILITATION OF POST-TRAUMATIC BRACHIAL PLEXOPATHY

**Aleksandr A. Vorobev<sup>1, 2, 3</sup>, Olga V. Kurushina<sup>1</sup>, Fedor A. Andryushchenko<sup>2</sup>, Dmitrii I. Nezhinskiy<sup>1, 3</sup>, Igor S. Lutskii<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Volgograd State Medical University (Volgograd, Russian Federation)

<sup>2</sup>Volgograd Scientific Medical Center (Volgograd, Russian Federation)

<sup>3</sup>Federal Center for Support of Development and Implementation of Exoskeletons (Volgograd, Russian Federation)

<sup>4</sup>Donetsk State Medical University (Donetsk, Russian Federation)

**Citation:** Vorobev AA, Kurushina OV, Andryushchenko FA, Nezhinskiy DI, Lutskii IS. **Possibilities of exoskeletal rehabilitation of post-traumatic brachial plexopathy.** *Aspirantskiy vestnik Povolzhya.* 2024;24(2):21-25.

DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP630667>

### ■ Information about authors

Aleksandr A. Vorobev – PhD, Professor, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy; scientific director.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5100-8369> E-mail: [cos@volgmed.ru](mailto:cos@volgmed.ru)

Olga V. Kurushina – PhD, Associate professor, Head of the Department of neurology, neurosurgery, medical genetics.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4364-0123> E-mail: [ovkurushina@mail.ru](mailto:ovkurushina@mail.ru)

Fedor A. Andryushchenko – PhD, senior researcher; specialist.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6497-1848> E-mail: [andrewshenko@mail.ru](mailto:andrewshenko@mail.ru)

Dmitrii I. Nezhinskiy – assistant of the Department of neurology, neurosurgery, medical genetic; specialist.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9406-1895> E-mail: [dmitrynezhinsky@yandex.ru](mailto:dmitrynezhinsky@yandex.ru)

Igor S. Lutskii – PhD, Head of the Department of pediatric and general neurology.

RCID: <https://orcid.org/0000-0001-6790-6980> E-mail: [lutsky.ig@rambler.ru](mailto:lutsky.ig@rambler.ru)

## Abstract

In 70% of cases, post-traumatic brachial plexopathy is a consequence of a road traffic accident; the remaining cases are due to sports, industrial, domestic injuries, as well as shrapnel and mine-explosive wounds received during military operations. Even successful microsurgical reconstruction followed by medical therapy and rehabilitation does not guarantee complete recovery, which prompts the search for new ways to restore patients with post-traumatic brachial plexopathy. This work demonstrates the capabilities of a domestic development: the passive exoskeleton of the upper limb "EXAR-34".

**Keywords:** post-traumatic plexopathy, exoskeleton rehabilitation, "EXAR-24".

**Conflict of Interest:** *nothing to disclose.*

Received: 24.04.2023

Accepted: 11.09.2024

Published: 01.11.2024

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Развивающиеся при посттравматической плечевой плексопатии (ПТПП) двигательные, чувствительные и вегетативные нарушения приводят к длительной, при этом не менее чем в трети случаев – к стойкой утрате трудоспособности, значительному снижению качества жизни, поражая, как правило, молодых людей в трудоспособном возрасте.

Распространенность травматических плексопатий, согласно данным отечественной литературы, составляет от 1 до 6%, а среди всех травм периферической нервной системы поражение плечевого сплетения встречается в 60–80% случаев [1, 2]. Среди военнослужащих травма плечевого сплетения встречается с частотой 50 на 100 000 раненых [3]. По данным зарубежной литературы, частота ПТПП составляет от 15,7 до 53,7 на 100 000 человек [4]. Наиболее распространенными причинами травматического плексита являются дорожно-транспортные происшествия, производственные, бытовые травмы, ранения осколочного и минно-взрывного характера в ходе военных действий.

Восстановление при травматических плекситах – сложный и длительный процесс, требующий проведения реабилитационных мероприятий, связанных как с использованием классических методов медикаментозной терапии, лечебной физкультуры, физиотерапии и психотерапии, так и инновационных технологий, таких как пассивный экзоскелет верхней конечности «ЭКЗАР-34»<sup>1</sup>, ранее применявшийся у пациентов с нервно-мышечными заболеваниями верхних конечностей [5, 6].

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациент А., 32 года, с посттравматической плечевой плексопатией в результате минно-взрывной травмы – осколчатого ранения левого плеча с переломом верхней трети левой плечевой кости со смещением отломков, ранением в шею.

Из анамнеза известно, что сразу после ранения пациент был доставлен в военный госпиталь, где была проведена первичная хирургическая обработка ран, удалены инородные тела шеи, через 10 дней проведен остеосинтез плечевой кости. Позже переведен в реабилитационный центр, где получал медикаментозную поддержку в объеме курсового (10 дней) приема винпоцетина, мелоксикама, депротенинизированного гемодеривата крови телят, витаминных препаратов

(пиридоксин, цианокобаламин, тиамин) в терапевтических дозировках. Также назначались 10-дневные курсы физиотерапии (дарсонваль) на область плеча электродом «Грибок» в течение 10 минут, рефлексотерапии, кинезиотерапии и массажа.

После выписки обращался за помощью к неврологу по месту жительства в связи с выраженным болевым синдромом в левой руке, однако назначенной терапии не придерживался (отказался от приема эторикоксиба и амитриптилина). Спустя 5 месяцев после получения травмы обратился в Федеральный центр поддержки разработки и внедрения экзопротезов ВолгГМУ.

На момент обращения пациент предъявлял жалобы на слабость в левой верхней конечности (ограничение отведения, сгибания, слабость хвата и удержания), боли и чувство жжения в конечности, чувство онемения в верхней трети плеча и 1–3 пальцах левой кисти.

В неврологическом статусе обращало на себя внимание отсутствие сухожильных рефлексов (бицепс-, трицепс-рефлекс, карпорадиальный и лопаточный рефлексы) с левой верхней конечности, гипестезия в ней с элементами гиперестезии в кисти, снижение силы до 2 баллов (по шестибалльной шкале оценки мышечной силы L. McPeak, 1996; M. Вейсс, 1986) и ограничение объема движений в плечевом суставе левой верхней конечности (из-за слабости и боли), гипотрофия дельтовидной, надостной мышц слева. В ходе гониометрии левого плечевого сустава зарегистрировано ограничение отведения и сгибания до 35°, разгибания до 10°; сгибание в локтевом суставе ограничено до 110°, пронация и супинация до 45° (рисунк 1). По шкале DN4 [7] пациент набрал 6 баллов, интенсивность боли по ВАШ составила 7 баллов, уровень депрессивной симптоматики оценивался по опроснику Бека и составил 13 баллов.

Поскольку нейропатический болевой синдром ограничивал движения в пораженной конечности и препятствовал реабилитации, был назначен габапентин в суточной дозе 1200–900 мг [7]. В медикаментозную терапию был также включен курсовой прием ипидакрина и тиоктовой кислоты [8, 9]. В рамках президентского гранта 24-1-000015 «Крылья надежды – героям СВО» был изготовлен индивидуальный экзоскелет «ЭКЗАР-34».

В результате первой примерки получилось увеличить объем движений в плечевом суставе – сгибание до 45°,

<sup>1</sup> Технический и эксплуатационный паспорт средства индивидуальной медицинской реабилитации «Ортез на верхние конечности многофункциональный, ЭКЗАР (Экзоскелет Абилитирующий и Реабилитирующий)» ТУ 32.50.22–001–39543129–2022]. Доступно по: <https://ekzar34.t8k.ru/data/1711014072/files/1711972482.pdf>



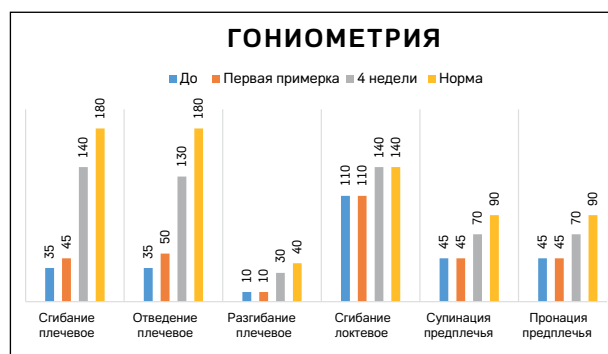
**Рисунок 1.** Изначальное ограничение отведения и сгибания руки в левом плечевом суставе.

**Figure 1.** Initial limitation of abduction and flexion of the arm in the left shoulder joint.

отведение до 50° и локтевом суставе – сгибание до 110° (рисунк 2).

В течение месяца пациент, используя экзоскелет «ЭКЗАР-34», выполнял упражнения на расширение объема движений в плечевом и локтевом суставе («махи» рукой, «лезгинка» и др.) длительностью от 15 до 60 мин. минимум 3 раза в день. Также пациент выполнял в экзоскелете действия, связанные с гигиеной, повседневным бытом и хозяйственными работами.

Спустя месяц активной экзоскелетной реабилитации пациент отметил выраженное снижение интенсивности болевого синдрома до 1-2 баллов по ВАШ, самостоятельно снизил прием габапентина до 1 капсулы в день (300 мг). В неврологическом статусе стоит отметить появление бицепс-рефлекса, исчезновение гиперестезии. В ходе гониометрии отмечено значительное расширение объема движений пораженной руки: сгибание в плечевом суставе увеличилось до 140°, отведение до 130°, разгибание до 30°, объем движений в локтевом суставе также возрос – сгибание



**Рисунок 3.** Показатели гониометрии пациента на разных этапах реабилитации.

**Figure 3.** Goniometry indicators of the patient at different stages of rehabilitation.



**Рисунок 2.** Сгибание и разгибание в плечевом и локтевом суставе во время первой примерки экзоскелета.

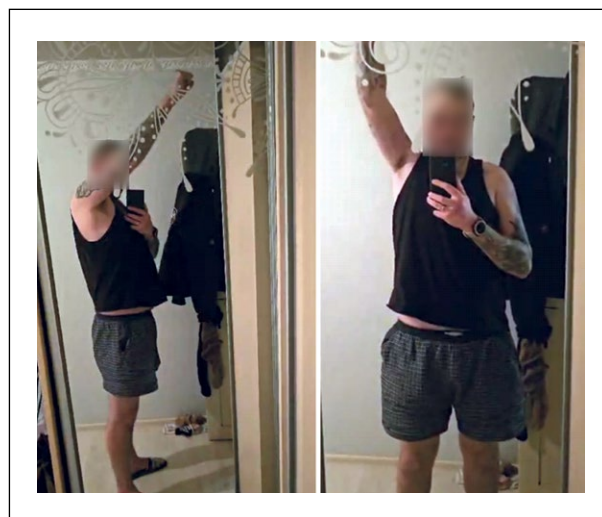
**Figure 2.** Flexion and extension of the shoulder and elbow joints during the first fitting of the exoskeleton.

до 140°, пронация и супинация до 70° (рисунки 3, 4). Сила в пораженной верхней конечности возросла до 4 баллов. Положительная динамика также была зарегистрирована по шкале Бека – 8 баллов.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время ПТПП является заболеванием с недостаточно изученной распространенностью, отсутствием единых методических подходов к терапии и реабилитации. Все это создает определенные сложности, с которыми сталкивается врач-невролог, начиная терапию пациента с данным заболеванием.

Российские и зарубежные литературные источники демонстрируют лишь единичные работы, посвященные



**Рисунок 4.** Сгибание в плечевом суставе спустя 4 недели реабилитации.

**Figure 4.** Shoulder flexion after 4 weeks of rehabilitation.

ПТПП [1, 3, 10–13]. В них обсуждаются методы терапии, основанные на классическом подходе к лечению периферической нервной системы. Отсутствие системных обзоров и структурированных рандомизированных исследований предлагаемых методов лечения приводит к отсутствию единой методики ведения пациентов. Более того, появляющиеся новые методы терапии плексопатии не обладают достаточным уровнем доказательности в связи с отсутствием экспертных данных. В то же время невозможно игнорировать тот факт, что количество пациентов, нуждающихся в лечении и реабилитации последствий травматического повреждения плеча, растет с каждым днем, а развитие новых методик требует тщательного их изучения.

С этой точки зрения, применение пассивного экзоскелета для пациентов с плечевой плексопатией дает возможность врачам успешнее проводить лечение и реабилитацию, поскольку включение его в комплексную терапию не ограничивает проведения других методов. Усиление остаточной мышечной силы приводит к уменьшению нагрузки на поврежденный сустав, облегчая выполнение лечебных упражнений и повседневных действий.

Необходимо отметить, что одним из самых больших препятствий для восстановления пациентов является нейропатический болевой синдром. Поскольку использование экзоскелета «ЭКЗАР-34» позволяет уменьшить выраженность боли, это одновременно расширяет терапевтические возможности других нелекарственных методов лечения и позволяет повысить качество жизни этих пациентов.

Опыт применения немедикаментозной терапии для восстановления пациентов с ПТПП только накапливается. Но использование пассивного экзоскелета в комплексном лечении позволяет одновременно влиять на несколько патогенетически важных моментов повреждения периферической нервной системы и ускорить процесс выздоровления пациентов.

Основной механизм действия «ЭКЗАР-34» основан на использовании остаточной мышечной силы самого пациента с включением принципов обратной связи. Отсутствие активных элементов является его преимуществом поскольку не требует дополнительных источников питания и позволяет исключить опасность травматического влияния на пораженную конечность.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря использованию экзоскелета верхней конечности «ЭКЗАР-34», за 4 недели реабилитации удалось добиться значительного увеличения объема движений в плечевом и локтевом суставе, практически избавиться от выраженного хронического болевого синдрома. Сочетание с классическими методиками лечебной физкультуры и консервативной терапией обеспечивает эффект синергизма, что позволяет в достаточно короткий срок вернуть пациенту контроль над рукой, улучшить его психоэмоциональное состояние и повысить качество жизни.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Yarikov AV, Tutkin AV, Leonov VA, et al. Traumatic brachial plexus injury: literature review and clinical case. *Siberian Medical Journal*. 2019;159(4):14-18. [Яриков А.В., Туткин А.В., Леонов В.А., и др. Травматическое повреждение плечевого сплетения. *Сибирский медицинский журнал*. 2019;159(4):14-18]. DOI: <https://doi.org/10.34673/ismu.2019.43.31.003>
2. Afina ET, Nadezhkina MV, Soroka AV, Mityashina MV. Clinical and electroneuromyographical characteristic of traumatic brachial plexopathy. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2010;9(4):23-27. [Афина Э.Т., Надеждина М.В., Сорока А.В., Митяшина М.В. Клинико-электромиографическая характеристика травматической плечевой плексопатии. *Бюллетень сибирской медицины*. 2010;9(4):23-27]. DOI: <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2010-4-23-27>
3. Dorhout Mees SM, van Faals NL, van Alfen N. Backpack palsy and other brachial plexus neuropathies in the military population. *J Peripher Nerv Syst*. 2020;25(1):27-31. PMID: 31925878
4. Kim KE, Kim EJ. Incidence and risk factors for backpack palsy in young Korean soldiers. *J R Army Med Corps*. 2016;162:35-38. DOI: <https://doi.org/10.1136/jramc-2014-000403>
5. Vorobyov AA, Andryushchenko FA, Ponomareva OA, et al. The Development and Clinical Testing of “EXAR”, Passive Upper Limb Exoskeleton. *Modern technologies in medicine*. 2016;8(2):90-97. [Воробьев А.А., Андрищенко Ф.А., Пономарева О.А., и др. Разработка и клиническая апробация пассивного экзоскелета верхних конечностей «ЭКЗАР». *Современные технологии в медицине*. 2016;8(2):90-97]. DOI: <https://doi.org/10.17691/stm2016.8.2.13>
6. Vorobyov AA, Kurushina OV, Vorobyova YS, et al. Exoskeleton as the basis of a new method of rehabilitation of patients with neuromuscular diseases of the upper extremities. In: “All-Russian Scientific School “YOUNG MEDICINE”. 2023;152-155. (In Russ.). [Воробьев А.А., Курушина О.В., Воробьева Ю.С., и др. *Экзоскелет как основа новой методики реабилитации пациентов с нервно-мышечными заболеваниями верхних конечностей*. В сб.: «Всероссийская научная школа «МЕДИЦИНА МОЛОДАЯ». 2023;152-155]. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_53704061\\_39418313.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_53704061_39418313.pdf)
7. Kurushina OV, Barulin AE, Chernovolenko EP. Neuropathic pain: interdisciplinary aspects. *Medicinal Bulletin*. 2021;15.2(82):56-62. (In Russ.). [Курушина О.В., Барулин А.Е., Черноволенько Е.П. Нейропатическая боль: междисциплинарные аспекты. *Лекарственный вестник*. 2021;15.2(82):56-62]. URL: <https://www.volgmed.ru/uploads/journals/articles/1624536827-drugs-bulletin-2021-2-3923.pdf>
8. Davydov OS, Yakhno NN, Kukushkin ML, et al. Neuropathic pain: clinical guidelines on the diagnostics and treatment from the Russian Association for the Studying of Pain. *Russian Journal of Pain*. 2018;4(58):5-41. [Давыдов О.С., Яхно Н.Н., Кукушкин М.Л., и др. Невропатическая боль: клинические рекомендации по диагностике и лечению Российского общества по изучению боли. *Российский журнал боли*. 2018;4(58):5-41]. DOI: <https://doi.org/10.25731/RASP.2018.04.025>

9. Kamchatnov PR, Dzugaeva FK, Chugunov AV, Kazakov AYU. The use of ipidacrine in patients with diseases of the peripheral nervous system. *Neurology and Rheumatology (Suppl. Consilium Medicum)*. 2018;1:36-40. [Камчатнов П.Р., Дзугаева Ф.К., Чугунов А.В., Казаков А.Ю. Применение ипидакрина у пациентов с заболеваниями периферической нервной системы. *CONSILIUM MEDICUM. Neurology and Rheumatology*. 2018;1:36-40]. DOI: [https://doi.org/10.26442/2414-357X\\_2018.1.36-40](https://doi.org/10.26442/2414-357X_2018.1.36-40)
10. Vorobyov AA, Petrukhin AV, Zasykina OA, Krivonozhkina PS. Exoskeleton as a new means in habilitation and rehabilitation of invalids (review). *Modern technologies in medicine*. 2015;18(2):51-62. [Воробьев А.А., Петрухин А.В., Засыпкина О.А., Кривоножкина П.С. Экзоскелет – новые возможности абилитации и реабилитации (аналитический обзор). *Современные технологии в медицине*. 2015;18(2):51-62]. DOI: <https://doi.org/10.17691/stm2015.7.2.22>
11. Ahearn BM, Starr HM, Seiler JG. Traumatic Brachial Plexopathy in Athletes: Current Concepts for Diagnosis and Management of Stingers. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(18):677-684. DOI: <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00746>
12. Suroto H, Antoni I, Siyo A, et al. Traumatic Brachial Plexus Injury in Indonesia: An Experience from a Developing Country. *J Reconstr Microsurg*. 2022;38(7):511-523. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1735507>
13. Brogan DM, Osei DA, Colorado BS, et al. Team Approach: Management of Brachial Plexus Injuries. *JBJS Rev*. 2022;10(4). DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.21.00222>

| ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ADDITIONAL INFORMATION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Источник финансирования.</b> Работа выполнена в рамках президентского гранта 24-1-000015 «Крылья надежды – героям СВО».                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Study funding.</b> The work was carried out within the framework of the presidential grant 24-1-000015 “Wings of Hope – to the Heroes of the SMO”.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Конфликт интересов.</b> Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.                                                                                                                                                                                                                            | <b>Conflict of interest.</b> The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Участие авторов.</b><br>Воробьев А.А. – научное руководство, концепция исследования.<br>Курушина О.В. – научное руководство, наблюдение за пациентом.<br>Андрющенко Ф.А. – изготовление экзоскелета, анализ полученных данных.<br>Нежинский Д.И. – наблюдение за пациентом, сбор данных, написание рукописи.<br>Луцкий И.С. – отбор пациента, наблюдение за пациентом. | <b>Contribution of individual authors.</b><br>Vorobev A.A.– scientific supervision, research concept.<br>Kurushina O.V.– scientific supervision, patient observation.<br>Andryushchenko F.A.– manufacturing of an exoskeleton, analysis of the obtained data.<br>Nezhinskii D.I.– observation of patients, data collection, manuscript writing.<br>Lutskii I.S.– patient selection, patient observation. |
| <b>Автор для переписки</b><br><b>Нежинский Дмитрий Игоревич</b><br>Адрес: Волгоградский государственный медицинский университет, пл. Павших Борцов, 1, г. Волгоград, Россия, 400066.<br>E-mail: <a href="mailto:dmitrynezhinsky@yandex.ru">dmitrynezhinsky@yandex.ru</a>                                                                                                  | <b>Corresponding Author</b><br><b>Dmitrii I. Nezhinskii</b><br>Address: Volgograd State Medical University, square Pavshikh Bortsov, 1, Volgograd, Russia, 400066.<br>E-mail: <a href="mailto:dmitrynezhinsky@yandex.ru">dmitrynezhinsky@yandex.ru</a>                                                                                                                                                   |