



# Абилитация и реабилитация пациентов с посттравматической плечевой плексопатией с помощью пассивного экзоскелета «ЭКЗАР-34»

О.В. Курушина<sup>1</sup>, А.А. Воробьев<sup>1,2,3</sup>, Ф.А. Андриященко<sup>2</sup>, Д.И. Нежинский<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, Россия;

<sup>2</sup> Федеральный центр поддержки разработки и производства экзопротезов, Волгоград, Россия;

<sup>3</sup> ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», Волгоград, Россия

✉ [ovkurushina@mail.ru](mailto:ovkurushina@mail.ru)

## Аннотация

Восстановление при травматических плексах сложный и длительный процесс, требующий проведения реабилитационных мероприятий, связанных как с использованием классических методов в виде медикаментозной терапии, лечебной физкультуры, физиотерапии и психотерапии, так и инновационных технологий, таких как пассивный экзоскелет верхней конечности «ЭКЗАР-34».

**Ключевые слова:** посттравматическая плексопатия, экзоскелетная реабилитация, абилитация, «ЭКЗАР-34».

**Для цитирования:** Курушина О.В., Воробьев А.А., Андриященко Ф.А., Нежинский Д.И. Абилитация и реабилитация пациентов с посттравматической плечевой плексопатией с помощью пассивного экзоскелета «ЭКЗАР-34». *Клинический разбор в общей медицине*. 2024; 5 (5): 71–74. DOI: 10.47407/kr2024.5.5.00408

## Habilitation and rehabilitation of patients with traumatic brachial plexopathy involving the use of the EXAR 34 passive exoskeleton

Olga V. Kurushina<sup>1</sup>, Alexander A. Vorobyov<sup>1,2,3</sup>, Fedor A. Andryushchenko<sup>2,3</sup>, Dmitry I. Nezhinsky<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia;

<sup>2</sup> Federal Center for Support of the Development and Production of Exoprostheses, Volgograd, Russia;

<sup>3</sup> Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia

✉ [ovkurushina@mail.ru](mailto:ovkurushina@mail.ru)

## Abstract

Recovery after traumatic plexitis is a complex and lengthy process that requires rehabilitation measures involving the use of both conventional methods, such as drug therapy, therapeutic exercise, physical therapy, and psychological counseling, and innovative technologies, such as EXAR 34 passive upper limb exoskeleton.

**Keywords:** traumatic plexopathy, exoskeleton rehabilitation, habilitation, EXAR 34.

**For citation:** Kurushina O.V., Vorobyov A.A., Andryushchenko F.A., Nezhinsky D.I. Habilitation and rehabilitation of patients with traumatic brachial plexopathy involving the use of the EXAR 34 passive exoskeleton. *Clinical review for general practice*. 2024; 5 (5): 71–74. (In Russ.). DOI: 10.47407/kr2024.5.5.00408

## Введение

Распространенность плечевых плексопатий среди всех повреждений периферической нервной системы составляет от 60% до 80%, наиболее частыми причинами являются дорожно-транспортные происшествия – до 74%, на остальные 26% случаев приходятся прочие повреждения, полученные на производстве, в быту, в ходе военных действий. У 60% пострадавших имеются нарушения функций верхней конечности с хроническим болевым синдромом, что в 80% случаев приводит к стойкой потере трудоспособности [1, 2].

Диагноз выставляется на основании анамнеза, жалоб, данных осмотра и инструментальных исследований, в первую очередь данных электронейромиографии.

Консервативная терапия складывается из медикаментозной терапии и методик лечебной физкультуры. В острый период для купирования болевого синдрома применяют нестероидные противовоспалительные препараты, при его хронизации прибегают к антиконвульсантам, трициклическим антидепрессантам, ботулиническому токсину типа А [3, 4]. С целью улучшения

нервно-мышечной передачи используют ингибиторы ацетилхолинэстеразы, которые также могут выступать в роли адъювантного анальгетика [5]. Не теряют актуальности регионарная блокада плечевого сплетения с применением местных анестетиков и глюкокортикоидов [6].

Среди хирургических методик наиболее оправдана реконструкция ветвей плечевого сплетения и невролиз [7].

Восстановление утраченных функций при травматических плексах сложный и длительный процесс, требующий проведения реабилитационных мероприятий, связанных как с использованием классических методик в виде лечебной физкультуры, физиотерапии и психотерапии, так и инновационных технологий, в частности экзоскелета верхней конечности «ЭКЗАР-34» [8]. Последний хорошо зарекомендовал себя при абилитации и реабилитации орфанных заболеваний и миопатий [8, 9].

Клинический случай экзоскелетной абилитации и реабилитации верхнего вялого правостороннего монопареза боевого генеза с хроническим болевым синдромом публикуется впервые.

Пациент мужчина, 35 лет, получил осколочное слепое ранение мягких тканей шеи справа с наличием инородного тела на уровне поперечного отростка С6 позвонка с компрессией позвоночной артерии, осколочное слепое проникающее ранение грудной клетки с повреждением правого легкого и перикарда (ушиб правого легкого, правосторонний гемопневмоторакс, инородное тело в перикарде). Был доставлен в госпиталь, где проведено: первичная хирургическая обработка ран, дренирование правой плевральной полости, эндоскопическое удаление осколка на уровне С6 позвонка. Перенаправлен согласно маршрутизации в специализированное отделение, где проводилось лечение: анальгетики, местное лечение раны, раствор тиоктовой кислоты 300 мг внутривенно капельно, преднизолон 90 мг, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, никотиновая кислота внутримышечно, габапентин, ипидакрин, физиотерапевтическое лечение. Позже направлен на реабилитацию в условиях санатория на 21 день, где продолжал получать терапию в сочетании с лечебной физкультурой.

По возвращении из санатория предъявлял жалобы на ограничение движений в правом плечевом суставе (существенно ограничено отведение, сгибание правой конечности, пациент «правша»), боль, провоцируемую движением, постоянное чувство жжения в правой конечности, чувство онемения в 1 пальце правой кисти. Неврологический статус: сознание ясное, контактен, ориентирован. Дизосмия и дизгевзия (после перенесенной инфекции COVID-19 в сентябре 2022 г.). Положение глазных яблок правильное. Ширина глазных щелей D=S, зрачки D=S. Фотореакция и содружественная реакция в норме. Реакция на аккомодацию и конвергенцию сохранена. Движения глазных яблок в полном объеме. Нистагма нет. Глоточный, корнеальный рефлекс живые. Язык по средней линии. Тонус мышц, трофика нормальные (обхват предплечья 29 см, плеча 32 см – правая в/к). Активные движения в правой руке ограничены (сгибание в плечелопаточном сочленении 30–45°, отведение 45°, сгибание в локте – норма, объем движений в кисти полный), как и пассивные, за счет болевого синдрома (рис. 1). Сила мышц с правой руки проксимально – 2,5 балла, дистально – 4 балла, слева – по 5 баллов, с нижних конечностей – по 5 баллов. D=S. Сухожильные рефлексы с рук D=S живые, с ног D=S живые. Брюшные рефлексы сохранены. Чувствительность: гипестезия по дерматому С6 справа. Пальпация остистых отростков и паравerteбральных точек безболезненна во всех отделах позвоночника. Симптомов натяжения нет. Координаторные пробы выполняет уверенно за исключением пальценосовой справа из-за пареза. Походка не нарушена. В позе Ромберга устойчив. Патологические рефлексы и рефлексы орального автоматизма отсутствуют. По шкале Бека пациент набрал 10 баллов, что может указывать на легкую депрессивную симптоматику, вероятно, связанную с ограничением возможностей из-за травмы и болевым синдромом.

Было рекомендовано продолжить медикаментозную терапию в том же объеме и включить в реабилитацию

Рис. 1. Исходный уровень движения руки: максимальное сгибание в плечелопаточном сочленении – а; максимальное отведение верхней конечности – б.

Fig. 1 Baseline hand motion level. A. Maximum glenohumeral flexion. B. Maximum abduction of the upper limb.



Рис. 2. Первая примерка экзоскелета «ЭКЗАР-34»: сгибание в плечелопаточном сочленении – а; движения в горизонтальной плоскости – б.

Fig. 2. First fitting of the EXAR 34 exoskeleton. A. Glenohumeral flexion. B. Motion in the horizontal plane.



Рис. 3. Эффект реабилитации спустя 30 дней: движения в горизонтальной плоскости – а; сгибание в плечелопаточном сочленении – б.

Fig. 3. Rehabilitation effect after 30 days. A. Arm motion in the horizontal plane. B. Glenohumeral flexion.



пассивный экзоскелет «ЭКЗАР-34». В течение 10 дней производились: измерение антропометрических данных, изготовление экзоскелета, примерка и подгонка. В результате первой примерки получилось увеличить объем движений, сгибание – до 155°, отведение – до 120°, получить полный объем движений в горизонтальной плоскости и круговых движений (рис. 2). На протяжении месяца пациент выполнял комплекс физических упражнений (в рамках индивидуальной ЛФ-программы реабилитации – от 15 до 60 мин минимум 3 раза в день), используя экзоскелет «ЭКЗАР-34». Помимо этого пациентом выполнялись в экзоскелете работы, связанные с гигиеной, повседневным бытом и хозяйственными работами.

На момент повторного осмотра через 30 дней пациент предъявляет жалобы на периодические простреливающие боли по внутренней поверхности правой руки, которые не требуют приема анальгетиков, прекратил прием габапентина. Отмечает увеличение амплитуды движений в плечевом и локтевом суставе травмированной конечности, увеличение силы в ней даже без применения экзоскелета (рис. 3). Объективный статус без изменений. Неврологический статус: тонус мышц, трофика нормальные (обхват предплечья 28 см, плеча 30 см – правая в/к). Активные движения в правой руке ограничены (сгибание в плечелопаточном сочленении – 180°, отведение – 60°, сгибание в локте – в полном объеме, объем движе-

ний в кисти полный), пассивные движения – в полном объеме. Сила мышц с правой в/к: проксимально – 3,0–3,5 балла, дистально – 5 баллов, слева – по 5 баллов, с нижних конечностей – по 5 баллов. D=S. Сухожильные рефлексы с рук D=S живые, с ног D=S живые. Брюшные рефлексы сохранены. Чувствительность: гипестезия по дерматому С6 справа. По шкале Бека отмечена позитивная динамика – 8 баллов.

### Заключение

Экзоскелет верхней конечности «ЭКЗАР-34» способствует увеличению амплитуды, объема и силы движений в пострадавшей верхней конечности, снижает выраженность хронического болевого синдрома, проявляет эффект синергизма с классическими методиками реабилитации и обеспечивает профилактику развития контрактур. Применение экзоскелета «ЭКЗАР-34» при травматических плексопатиях различного генеза позволяет сокращать сроки реабилитации пациентов, способствует уменьшению болевого синдрома и улучшению психоэмоционального статуса пациентов.

**Конфликт интересов.** Работа выполняется в рамках президентского гранта 24-1-000015. Крылья надежды – героям СВО.

**Conflict of interests.** The work is carried out within the framework of the presidential grant 24-1-000015. Wings of hope – to the heroes of SVO.

### Литература / References

- Яриков А.В., Туткин А.В., Леонов В.А. и др. Травматическое повреждение плечевого сплетения. *Сибирский медицинский журнал*. 2019;159(4):14-8. Yarikov A.V., Tutkin A.V., Leonov V.A. et al. Traumatic injury to the brachial plexus. *Sibirskii Meditsinskii Zhurnal*. 2019;159(4):14-8. DOI 10.34673/ismu.2019.43.31.003. – EDN ODSXDL (in Russian).
- Новиков М.Л. Травматические повреждения плечевого сплетения: современные способы хирургической коррекции. Часть I. диагностика повреждений плечевого сплетения. *Невроно-мышечные болезни*. 2012(4). Novikov M.L. Traumatic injuries of the brachial plexus: modern methods of surgical correction. Part I. diagnosis of brachial plexus injuries. *Neuromuscular Diseases*. 2012(4). (in Russian).
- Афина Э.Т., Надеждина М.В., Сорока А.В., Митяшина М.В. Клинико-электромиографическая характеристика травматической плечевой плексопатии. *Бюллетень сибирской медицины*. 2010;9(4):23-57. Afina E.T., Nadezhkina M.V., Soroka A.V., Mityashina M.V. Clinical and electromyographic characteristics of traumatic brachial plexopathy. *Byulleten' sibirskoi meditsiny*. 2010;9(4):23-57 (in Russian).
- Курушина О.В., Барулин А.Е., Черноволенко Е.П. Нейропатическая боль: междисциплинарные аспекты. *Лекарственный вестник*. 2021;15(2):56-62. Kurushina O.V., Barulin A.E., Chernovolenko E.P. Neuropathic pain: interdisciplinary aspects. *Lekarstvennyi Vestnik*. 2021;15(2):56-62 (in Russian).
- Камчатнов П.Р., Дзугаева Ф.К., Чугунов А.В., Казаков А.Ю. Применение ипидакрина у пациентов с заболеваниями периферической нервной системы. *Русский Медицинский Журнал*. 2018;12(1):44-8. Kamchatnov P.R., Dzugaeva F.K., Chugunov A.V., Kazakov A.Yu. The use of ipidacrine in patients with diseases of the peripheral nervous system. *Russkii Meditsinskii Zhurnal*. 2018;12(1):44-8 (in Russian).
- Брухнов А.В., Печерский В.Г., Марочков А.В., Кохан З.В. Регионарная блокада плечевого сплетения межлестничным доступом с использованием минимальных доз местного анестетика. *Новости хирургии*. 2014;22(6):715-720. Brukhnov A.V., Pecherskii V.G., Marochkov A.V., Kokhan Z.V. Regional blockage of the brachial plexus by intercellular access using minimal doses of local anesthetic. *Novosti khirurgii*. 2014;22(6):715-20 (in Russian).
- Беляк Е.А., Пасхин Д.Л., Лазко Ф.Л. и др. Клинический случай комбинированного эндоскопического вмешательства: декомпрессия плечевого сплетения в области грудной апертуры и установка субакромиального спейсера. *Клиническая практика*. 2022;13(3):79-88. DOI: 10.17816/clinpract109942 Belyak E.A., Pashkin D.L., Lazko F.L. et al. A clinical case of combined endoscopic intervention: decompression of the brachial plexus in the thoracic aperture area and installation of a subacromial spacer. *Klinicheskaya praktika*. 2022;13(3):79-88. DOI 10.17816/clinpract109942 (in Russian).
- Воробьев А.А., Петрухин А.В., Засыпкина О.А., Кривоножкина П.С. Экзоскелет – новые возможности абилитации и реабилитации (аналитический обзор). *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2015;18(2):51-62. Vorob'ev A.A., Petrukhin A.V., Zasyapkina O.A., Krivonozhkina P.S. Exoskeleton – new opportunities for habilitation and rehabilitation (analytical review). *Voprosy Rekonstruktivnoi i Plasticheskoi Khirurgii*. 2015;18(2):51-62 (in Russian).
- Воробьев А.А., Андриющенко Ф.А. Экзоскелет верхних конечностей. Патент на изобретение RU 2629738 C1, 31.08.2017. Заявка № 2016109511 от 16.03.2016. Vorobyov A.A., Andryushchenko F.A. The exoskeleton of the upper extremities. Patent for the invention RU 2629738 C1, 08/31/2017. Application No. 2016109511 dated 03/16/2016 (in Russian).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ольга Викторовна Курушина** – д-р мед. наук, доц., зав. каф. неврологии, нейрохирургии, медицинской генетики, ФГБОУ ВО ВолгГМУ. E-mail: ovkurushina@mail.ru;  
ORCID: 0000-0003-4364-0123

**Александр Александрович Воробьев** – д-р мед. наук, проф., зав. каф. оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО ВолгГМУ, научный руководитель Федерального центра поддержки разработки и внедрения экзоскелетов, ГБУ ВМНЦ.  
ORCID: 0000-0001-5100-8369

**Федор Андреевич Андриющенко** – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаборатории, абилитации и реабилитации, ГБУ ВМНЦ, специалист Федерального центра поддержки разработки и внедрения экзоскелетов. ORCID: 0000-0002-6497-1848

**Дмитрий Игоревич Нежинский** – ассистент каф. неврологии, нейрохирургии, медицинской генетики, ФГБОУ ВО ВолгГМУ, специалист Федерального центра поддержки разработки и внедрения экзоскелетов. ORCID: 0009-0005-9406-1895

Поступила в редакцию: 22.04.2024

Поступила после рецензирования: 08.05.2024

Принята к публикации: 16.05.2024

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Olga V. Kurushina** – Dr. Sci. (Med.), Volgograd State Medical University. E-mail: ovkurushina@mail.ru;  
ORCID: 0000-0003-4364-0123

**Alexander A. Vorobyov** – Dr. Sci. (Med.), Full Prof., Volgograd State Medical University, Federal Center for Support of the Development and Production of Exoprostheses, Volgograd Medical Research Center.  
ORCID: 0000-0001-5100-8369

**Fedor A. Andryushchenko** – Cand. Sci. (Med.), Senior Res. Officer, Volgograd Medical Research Center, Federal Center for Support of the Development and Production of Exoprostheses.  
ORCID: 0000-0002-6497-1848

**Dmitry I. Nezhinsky** – Assistant, Volgograd State Medical University, Federal Center for Support of the Development and Production of Exoprostheses. ORCID: 0009-0005-9406-1895

Received: 22.04.2024

Revised: 08.05.2024

Accepted: 16.05.2024