Астраханский медицинский журнал. 2023. Т. 18, № 4. С. 111–116.
Astrakhan Medical Journal. 2023. Vol. 18, no. 4. P. 111–116.

НАБЛЮДЕНИЯ ИЗ ПРАКТИКИ

Научная статья
УДК 611.96;616.3 3.1.9. Хирургия (медицинские науки)
doi: 10.17021/1992-6499-2023-4-111-116

ЭКЗОСКЕЛЕТНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕННОЙ АНАТОМИИ ПОСЛЕ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО РАНЕНИЯ ЛОПАТОЧНОЙ ОБЛАСТИ

[*]**Александр Александрович Воробьев[1,2], Александр Сергеевич Баринов[1], Екатерина Аркадьевна Баринова[1], Федор Андреевич Андрющенко[3]**
[1]Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия
[2]Федеральный центр поддержки разработки и производства экзопротезов и экзоскелетов, Волгоград, Россия
[3]Волгоградский медицинский научный центр, Волгоград, Россия

Аннотация. Современное комплексное лечение раненых и пострадавших с боевыми повреждениями конечностей должно включать не только собственно хирургическое лечение, но и эффективную реабилитацию для максимального восстановления функции травмированных конечностей. Применение экзоскелетов в реабилитации пациентов с повреждениями лопатки и плечевого сустава позволяет ускорить укрепление мышц, восстановление двигательной активности и объема движений, а также улучшить результаты лечения и качество жизни пациентов. Применение экзоскелетов в реабилитации пациентов с повреждениями лопатки и плечевого сустава является эффективным и перспективным подходом.

Ключевые слова: экзоскелет, реабилитация, повреждения лопатки, плечевой сустав, минно-взрывное повреждение, атрофия мышц, объем движений, физическая активность

Для цитирования: Воробьев А. А., Баринов А. С., Баринова Е. А., Андрющенко Ф. А. Экзоскелетная реабилитация в условиях измененной анатомии после огнестрельного ранения лопаточной области // Астраханский медицинский журнал. 2023. Т. 18, № 4. С. 111–116. doi: 10.17021/1992-6499-2023-4-111-116.

OBSERVATIONS FROM PRACTICE

Original article

ON THE ISSUE OF EXOSKELETAL REHABILITATION OF SHOULDER PERIARTHRITIS AFTER A GUNSHOT WOUND OF THE SCAPULAR AREA

Aleksandr A. Vorob'ev[1,2], Aleksandr A. Barinov[1], Ekaterina A. Barinova[1], Fedor A. Andryushchenko[3]
[1]Volgograd state medical university, Volgograd, Russia
[2]Federal Center for Support of the Development and Production of Exoprostheses, Volgograd, Russia
[3]Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia

Abstract. Modern comprehensive treatment of wounded and injured with combat injuries of limbs should include not only surgical treatment itself, but also effective rehabilitation for maximum restoration of the function of injured limbs. The use of exoskeletons in the rehabilitation of patients with shoulder blade and shoulder joint injuries can accelerate muscle strengthening, restore motor activity and range of motion, as well as improve the results of treatment and the quality of life of patients. The use of exoskeletons in the rehabilitation of patients with shoulder blade and shoulder joint injuries is an effective and promising approach.

***Keywords*:** exoskeleton, rehabilitation, scapula injuries, shoulder joint, mine-explosive injury, muscle atrophy, range of motion, physical activity

[*] © Воробьев А.А., Баринов А.С., Баринова Е.А., Андрющенко Ф.А., 2023

For citation: Vorob'ev A.A., Barinov A.S., Barinova E.A., Andryushchenko F.A. On the issue of exoskeletal rehabilitation of shoulder periarthritis after a gunshot wound of the scapular area. Astrakhan Medical Journal. 2023; 18 (4): 111–116. doi: 10.17021/1992-6499-2023-4-111-116. (In Russ.).

Анализ опыта мировых войн и локальных вооруженных конфликтов показывает, что более 60% раненых имеют повреждения опорно-двигательного аппарата. Данные повреждения в 90% случаев требуют специализированного хирургического лечения. У половины раненных в конечности имеются огнестрельные переломы костей. Лечение пациентов с огнестрельными костно-мягкотканными дефектами конечностей требует нестандартных подходов и участия врачей различных специальностей [4, 5, 6].

Современное комплексное лечение раненых и пострадавших с боевыми повреждениями конечностей должно включать не только собственно хирургическое лечение, но и эффективную реабилитацию для максимального восстановления функции травмированных конечностей.

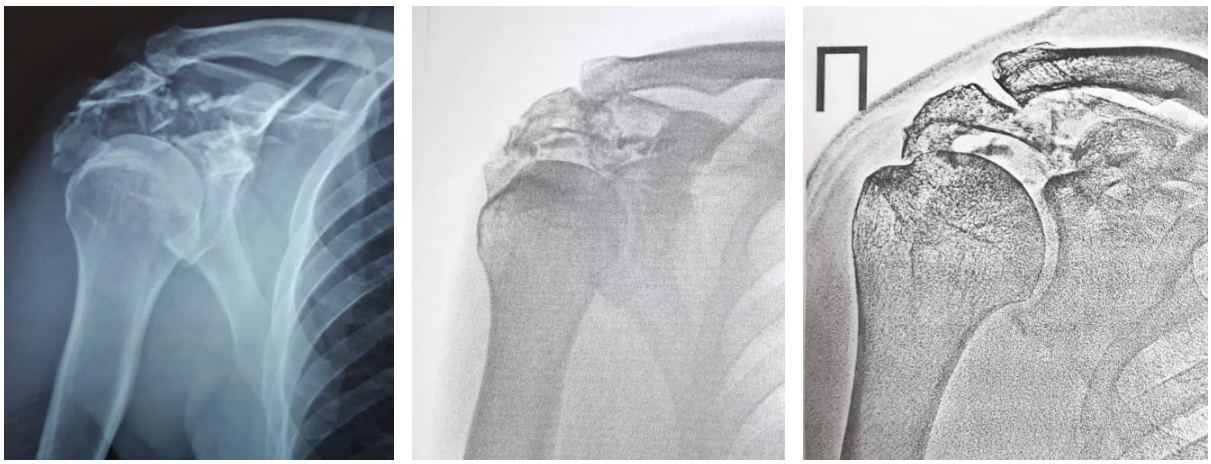
Традиционные методы реабилитации, хотя и эффективны, имеют свои ограничения и могут требовать продолжительного времени для достижения значимых результатов. В последнее время отмечается значительный рост интереса к экзоскелетам конечностей, что диктуется растущей потребностью в эффективных методах реабилитации и восстановления функции у пациентов с повреждениями или нарушениями движения в верхних конечностях. Экзоскелеты представляют собой инновационное решение, которое позволяет усилить или заменить функцию ослабленных или поврежденных мышц, предоставляя пациентам возможность восстановить двигательные навыки и повысить их независимость в повседневной жизни [3].

Клиническое наблюдение. В Волгоградский научный центр обратился мужчина 45 лет, получивший минно-взрывную травму. Имел место огнестрельный оскольчатый перелом акромиального и клювовидного отростков, верхнего края суставной поверхности правой лопатки со смещением отломков, частичным повреждением правой дельтовидной мышцы.

На момент обращения при внешнем осмотре имелось относительное снижение объема мышц правого надплечья, наиболее выражена атрофия правой дельтовидной мышцы. На коже втянутые рубцы на месте входного (в проекции нижнего угла лопатки) и выходного отверстий (на 2 см кзади от акромиальноключичного сустава). Активное отведение правой верхней конечности в плечевом суставе – 30°, сгибание в плечевом суставе – 80°. Пассивное отведение правой верхней конечности в плечевом суставе – 60°, сгибание в плечевом суставе – 135°. (рис. 1). Пациент отмечает значительный болевой синдром как в момент выполнения движения, так и состоянии покоя.

Рис. 1. Внешний вид кожных рубцов после ранения, объем движений в правом плечевом суставе до реабилитации
Fig. 1. Appearance of skin scars after injury, range of motion in the right shoulder joint before rehabilitation

На представленных рентгенограммах, выполненных на 4 сутки после травмы, визуализируется оскольчатый перелом акромиального и клювовидного отростков, ости, верхнего края суставной поверхности правой лопатки со смещением отломков. На рентгенограммах, выполненных на 25 сутки после травмы стояние отломков удовлетворительное. На рентгенограммах, выполненных на 59 сутки после травмы стояние отломков удовлетворительное, имеются признаки консолидации. (рис. 2).



А Б В

Рис. 2. Рентгенограммы пациента на 4 (А), 25 (Б) и 59 (В) сутки после травмы
Fig. 2. Radiographs of the patient on days 4 (A), 25 (Б) and 59 (B) after injury

Оценка клинической картины, рентгенологических данных позволили сделать заключение о недостаточности функции мышц ротаторной манжеты правого плечевого сустава (учитывая характер травмы вероятно повреждение m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. Subscapularis) и частичном повреждении m. Deltoideus за счет непосредственного повреждения мышечной ткани в результате травматического воздействия, возможного повреждения ветвей нервов, иннервирующих указанные мышцы, а также в результате образования рубцов в период восстановления. Кроме этого, функция мышц могла быть снижена вследствие временной иммобилизацией конечности.

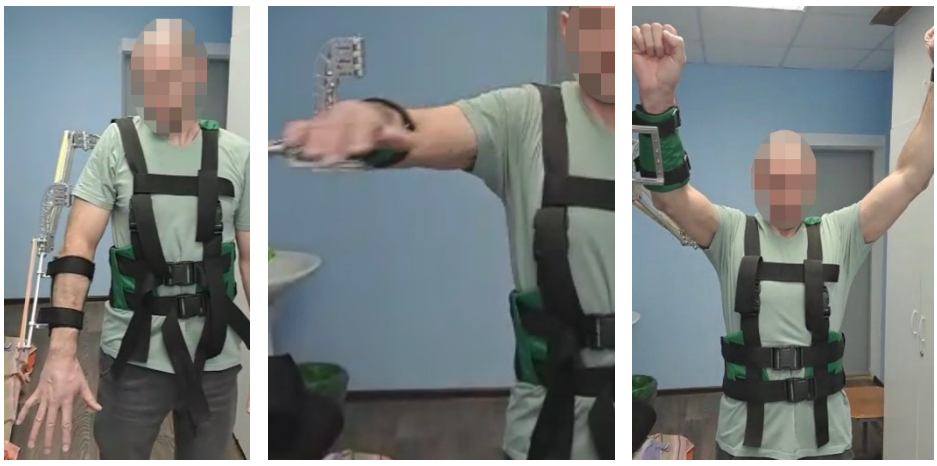
На электромиографии, выполненной в условиях военного госпиталя на 30 день после травмы, не отмечалось поражения ветвей плечевого сплетения.

После консолидации лопатки пациент нуждался в реабилитации для компенсации либо восстановления функции мышц ротаторной манжеты, увеличения объема движений в правом плечевом суставе.

Для пациента был изготовлен индивидуальный экзоскелет для правой верхней конечности «ЭКЗАР34». Использование экзоскелета позволило нивелировать вес верхней конечности пациента, что было использовано для активной разработки движений в суставе и укрепления мышц.

Был проведен курс реабилитации в течение 45 дней. Пациент выполнял комплекс упражнений, рассчитанный на использование экзоскелета, направленных на увеличение объема движений в правом плечевом суставе, а также для укрепления мышц правой верхней конечности. Экзоскелет также пациентом использовался в повседневной жизни.

Уже при первом использовании экзоскелета получено отведение правого плеча – 80°, сгибание до 145°.



А Б В

Рис. 3. Экзоскелет ЭКЗАР34 на правой верхней конечности (первая примерка):
А – внешний вид экзоскелета, Б – отведение правого плеча, В – сгибание правого плеча
Fig. 3. Exoskeleton EXAR34 on the right upper limb (first fitting): A – appearance of the exoskeleton,
Б – abduction of the right shoulder, B – flexion of the right shoulder

После проведения курса реабилитации с использованием экзоскелета отведение правого плеча – до 110° (с учетом движения лопатки), сгибание в плечевом суставе – до 160°. Атрофия мышц значительно уменьшилась. Функция верхней конечности полностью восстановлена. Полностью исчез болевой синдром как в покое, так и при движении руки. Пациент может поднимать правую верхнюю конечность с грузом, может выполнять подтягивания на перекладине и отжимания от пола.

Рис. 4. Объем движений в правом плечевом суставе после проведенной реабилитации с использованием экзоскелета «ЭКЗАР34»
Fig. 4. Range of motion in the right shoulder joint after rehabilitation using the EXAR34 exoskeleton

Заключение. Восстановление пациентов после огнестрельных повреждений конечностей представляет особую актуальность. Повреждения лопатки и плечевого сустава часто сопровождаются ограничением движения, слабостью мышц и снижением функциональности верхней конечности. Применение пассивного экзоскелета предоставляет уникальную возможность для ускоренного укрепления мышц и восстановления двигательной активности, а также улучшения координации движений пациента. Путем компенсации выпадающих функций мышц экзоскелет обеспечивают стабильность и возможность выполнять действия, которые без экзоскелета требовали бы значительного усилия. Применение экзоскелета у пациента с минно-взрывным повреждением лопатки показало, что уже на начальных этапах реабилитации за счет аппаратного увеличения силы поврежденных мышц конечности значительно увеличивается амплитуда движений в плечевом суставе, появляется возможность выполнять действия, для которых без применения экзоскелета недостаточно усилий поврежденного мышечного аппарата.

Использование экзоскелета позволяет не только компенсировать выпадающие функции мышц в результате нарушения иннервации, но и способствует восстановлению двигательной активности, укреплению атрофированных, а также рубцово-измененных мышц надплечья человека, в том числе после тяжелых высокоэнергетических травматических воздействий, таких как огнестрельные ранения.

В процессе реабилитации происходит укрепление как поврежденных мышц, так и неповрежденных мышц синергистов, а также мышц антагонистов, которые могут работать с большей амплитудой и с большей нагрузкой, что важно для работы плечевого сустава в целом. Таким образом, экзоскелет является необходимым дополнением для сбалансированной работы комплекса мышц надплечья и плеча, обеспечивающей нормальное функционирование плечевого сустава при снижении или выпадении функции тех или иных участников этой системы.

Усиление неповрежденных мышц синергистов и антагонистов, снижение болевой афферентации, приводит к ускоренному восстановлению объема движений в суставе при наличии контрактуры. Так, в представленном клиническом наблюдении уже через 1,5 месяца пациент смог вернуться к полноценной физической активности.

Экзоскелетная реабилитация способствуют укреплению как поврежденных, так и неповрежденных мышц, что ведет к сбалансированной работе мышечной системы области надплечья и плеча. Это способствует нормальному функционированию плечевого сустава и ускоряет процесс восстановления объема движений. В результате пациенты могут вернуться к полноценной физической активности в более ранние сроки. Использование экзоскелетов в реабилитации представляет собой эффективный и перспективный подход, который может значительно улучшить результаты лечения и качество жизни пациентов с повреждениями лопатки и плечевого сустава.

Первый опыт использования экзоскелетной абилитации и реабилтации с помощью разработанного нами пассивного экзоскелета верхних конечностей «ЭКЗАР 34» свидетельствует о перспективности продолжения работ в данном направлении.

Считаем возможным использование экзоскелетной реабилитации с помощью пассивного экзоскелета верхних конечностей «ЭКЗАР34» у пациентов, перенесших операцию по поводу плечелопаточного периартрита (М75.0).

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Список источников

1. Воробьев А. А., Андрющенко Ф. А., Засыпкина О. А., Кривоножкина П. В. К методике определения анатомически зависимых параметров экзоскелета верхней конечности ЭКЗАР // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2015. № 1. С. 58–61

2. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножкина П. В. Клинико-анатомические требования к активным и пассивным экзоскелетам верхней конечности // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2014. № 1. С. 56–61

3. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножкина П. В., Поздняков А. М. Экзоскелет как новое средство в абилитации и реабилитации инвалидов (обзор) //Современные технологии в медицине. 2015. Т. 7, № 2. С. 185–197

4. Тришкин Д. В., Крюков Е. В., Чуприна А. П., и др. Методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы. СПб. : Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2022. 373 с.

5. Сухарев В. А., Хоминец И. В., Кукушко Е. А., Васкул Д. И. Лечение сочетанного огнестрельного ранения с дефектом плечевой кости и лучевого нерва (клиническое наблюдение) // Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. 2022. № 4 (10). С. 57–64.

6. Хоминец В. В., Шаповалов В. М., Михайлов С. В., Брижань Л. К. Лечение раненных в конечности в войнах и вооруженных конфликтах: монография. СПб.: Историческая иллюстрация, 2021. 304 с.

References

1. Vorobyev A. A., Andryushchenko F. A., Zasypkina O. A., Krivonozhkina P. V. To the method of determining anatomically dependent parameters of the exoskeleton of the upper limb EXAR. Volgograd Scientific Medical Journal. 2015; (1): 58–61. (In Russ.).

2. Vorobyev A. A., Petrukhin A. V., Zasypkina O. A., Krivonozhkina P. V. Clinical and anatomical requirements for active and passive exoskeletons of the upper limb. Volgograd Scientific Medical Journal. 2014; (1): 56–61. (In Russ.).

3. Vorobyev A. A., Petrukhin A. V., Zasypkina O. A., Krivonozhkina P. V., Pozdnyakov A. M. Exoskeleton as a new tool in habilitation and rehabilitation of disabled people (review). Modern technologies in medicine. 2015; 7 (2): 185–197. (In Russ.).

4. Trishkin D. V., Kryukov E. V., Chuprina A. P., et al. Methodological recommendations for the treatment of combat surgical trauma. Saint Petersburg : Military Medical Academy named after S.M. Kirov; 2022. 373 p. (In Russ.).

5. Sukharev V. A., Khominets I. V., Kukushko E. A., Vascul D. I. Treatment of a combined gunshot wound with a defect of the humerus and radial nerve (clinical observation). Medical Bulletin of the N.N. Burdenko GVKG. 2022; (4(10)): 57–64. (In Russ.).

6. Khominets V. V., Shapovalov V. M., Mikhailov S. V., Brizhan L. K. Treatment of wounded in extremities in wars and armed conflicts: monograph. Saint Petersburg : Historical Illustration; 2021. 304 p. (In Russ.).

Информация об авторах

А.А. Воробьев, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, Волгоградский государственный медицинский университет; заместитель директора Федерального центра поддержки разработки и производства экзопротезов и экзоскелетов, Волгоград, Россия, e-mail: cos@volgmed.ru.

А.С. Баринов, кандидат медицинских наук, доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия, e-mail: acosm@mail.ru.

Е.А. Баринова, кандидат медицинских наук, доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия, e-mail: barinovoy@gmail.com.

Ф.А. Андрющенко, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории инновационных методов реабилитации и абилитации, Волгоградский научный медицинский центр, Волгоград, Россия, e-mail: cos@volgmed.ru.

Information about the authors

A.A. Vorob'ev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department, Volgograd State Medical University; Deputy Director, Federal Center for Support of the Development and Production of Exoprostheses, Volgograd, Russia, e-mail: cos@volgmed.ru.

A.S. Barinov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia, e-mail: acosm@mail.ru.

E.A. Barinova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia, e-mail: barinovoy@gmail.com.

F.A. Andryushchenko, Cand. Sci. (Med.), senior laboratory researcher, Volgograd Scientific Medical Center, Volgograd, Russia, e-mail: cos@volgmed.ru.*

* Статья поступила в редакцию 28.06.2023; одобрена после рецензирования 14.12.2023; принята к публикации 15.12.2023.
The article was submitted 28.06.2023; approved after reviewing 14.12.2023; accepted for publication 15.12.2023.