
НОВЫЕ МЕТОДЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ И КЛИНИКЕ

А. А. Воробьев, Ф. А. Андрищенко, О. В. Курушина, О. И. Агаркова

Волгоградский государственный медицинский университет,
кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии;
Волгоградский научный медицинский центр,
кафедра неврологии, нейрохирургии с курсом медицинской генетики,
с курсом неврологии, мануальной терапии, рефлексотерапии ФУВ

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА «ЭКЗАР» ПРИ БОЛЕЗНИ ДВИГАТЕЛЬНОГО НЕЙРОНА

УДК 617.3:616-009.2

В статье представлены клинические результаты первого опыта использования экзоскелета «Экзар» при болезни двигательного нейрона.

Ключевые слова: болезнь двигательного нейрона, абилитация, реабилитация, современные подходы к лечению.

A. A. Vorobiov, F. A. Andryushchenko, O. V. Kurushina, O. I. Agarkova

THE FIRST EXPERIENCE OF USING EXOSKELETON «EXZAR» IN CASE OF MOTOR NEURON DISEASE

The article summarizes the results of the use of a powered exoskeleton in the treatment of patients with motor neuron disease.

Key words: motor neurone disease, abilitation, rehabilitation, modern therapeutic approaches.

При анализе литературных источников мы не нашли информации о применении экзоскелета у пациентов с болезнью двигательного нейрона, поэтому сочли интересным представить первый опыт использования экзоскелета «Экзар» у пациента с данной патологией.

Болезнь двигательного нейрона (БДН) является нейродегенеративным процессом, который характеризуется гибелью центральных и периферических мотонейронов, со склонностью к быстрому прогрессированию. Заболеваемость приблизительно составляет 2–4 человека на 100 тыс. населения. Как правило, страдают люди в возрасте 50–70 лет, намного реже – младше 40 лет [22].

Клиническая картина. Одним из первых симптомов является нарастающая асимметричная мышечная слабость. Нередко пациенты не сразу обращают внимание на нее, а только

когда уже начинают испытывать сложности в повседневной активности или же начинают замечать похудание конечности.

Также в пораженных группах мышц можно наблюдать фасцикуляции (локальные подергивания в пораженных группах мышц), с течением времени они будут захватывать все новые группы мышц. На более поздних стадиях заболевания присоединяются дыхательные нарушения, а также бульбарный или псевдобульбарный синдромы. Летальный исход наступает примерно через 4–7 лет от начала заболевания [22, 24, 25, 27].

Выделяют следующие формы БДН согласно А. J. Lemer в 2006 г.:

1. Сочетанное вовлечение верхнего и нижнего мотонейронов:

- БАС (спорадический, семейный у взрослых, семейный ювенильный).

2. Исключительное вовлечение нижнего мотонейрона:

- острая проксимальная наследственная моторная нейропатия (Верднига-Гофмана);
- хроническая проксимальная наследственная моторная нейропатия у взрослых (Кугельберга-Веландера);
- наследственный бульбарный паралич (Х-сцепленный, бульбоспинальная нейропатия Кеннеди);
- с глухотой (Фацио-Лонде);
- мультифокальная моторная нейропатия;
- постполиомиелитический синдром;
- пострадиационный синдром;
- фокальная спинальная мышечная атрофия.

3. Исключительное вовлечение верхнего двигательного нейрона:

- первичный латеральный склероз;
- наследственная спастическая параплегия [24].

Важными методами для подтверждения или исключения диагноза являются: биопсия мышц и нервов, электронейромиография, магнитно-резонансная томография (МРТ) как головного, так и спинного мозга [27].

Нами был проанализирован клинический случай. Пациент с диагнозом: Болезнь двигательного нейрона, шейно-грудная форма с жалобами на слабость в руках, изменение речи, похуданием мышц рук. Из анамнеза: болен в течение 2,5 лет, когда впервые отметил появление слабости в руках. Около года назад отметил нарастание мышечной слабости. Методом ДНК диагностики был опровергнут диагноз: Бульбо-спинальная атрофия Кеннеди. Неврологический статус: Сознание ясное. Глазные щели S = D, зрачки S = D = 3 мм. Движение глазных яблок в полном объеме. Нистагм мелко размашистый горизонтальный вправо. Чувствительность на лице сохранена. Точки выхода тройничного нерва безболезненны. Слух сохранен. Язык беспокойный с некоторыми фибриллярными подергиваниями, но без убедительных атрофий. Легкая дисфония, диартрия, дисфа-

гия. Снижение рефлексов с мягкого нёба справа. Сухожильные рефлексы с верхних и нижних конечностей резко снижены. Тонус снижен в верхних и нижних конечностях. Сила мышц снижена в проксимальных отделах до 2б – умеренный верхний парапарез. Чувствительность не изменена. Походка не изменена. В позе Ромберга покачивается без определенной стороны. Координаторные пробы: ПНП не выполняет из-за мышечной слабости, ПКП выполняет удовлетворительно. Гипотрофия мышц плечевого пояса. Фибриллярные подергивания лица. Менингеальные знаки отсутствуют.

Биохимическое исследование крови: глюкоза – 5,2 ммоль/л, мочевины – 5,10 ммоль/л, креатинин – 72 мкмоль/л, билирубин – 12,91 мкмоль/л, холестерин – 7,7 ммоль/л, триглицериды – 2,56 ммоль/л, ЛПНП – 2,92 ммоль/л, ЛПВП – 2,10 ммоль/л, АСТ – 24 Ед/л, АЛТ – 28 Ед/л.

Консультация ЛОР: парез мягкого нёба и гортани по ядерному типу справа.

Игольчатая ЭМГ: выявляются признаки генерализованного деинервационно-реиннервационного процесса, а также дегенерация в параспинальных мышцах и подбородочной мышцы, что говорит о генерализованном характере процесса.

МРТ головного мозга: Кальцинация обеих внутренних сонных артерий в области сифонов, гиперденсивность обеих средних мозговых артерий. Проведено исследование антител к ганглиозидам. Выявлены АТ к GM1 (++) , что может свидетельствовать об аутоиммунном поражении.

На момент осмотра объем активных движений верхних конечностей пациента соответствовал:

Варианты движений	Правая рука, град.	Левая рука, град.	Норма, град.
Плечевой сустав сгибание отведение	20	15	180°
	20–25	15–20	180
Локтевой сустав сгибание разгибание	65	65	0
	0	0	0



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

На рисунках 1–3 продемонстрировано отведение руки в плечевом суставе во фронтальной плоскости.

Заметно, что пациент выполняет все движения с «включением» вспомогательной мускулатуры.

На рис. 4 показаны движения в плечевом и лучезапястном суставе при выполнении простых моторных движений, на примере приема пищи с помощью ложки. Соответственно, страдают функции самообслуживания.

На снимке отчетливо видно, что без посторонней помощи пациент не в состоянии самостоятельно принимать пищу, а так же совершать обыденные для всех ежедневные процедуры, как почистить зубы, причесать волосы, питье возможно только с помощью трубочки.

При подобных состояниях больные особенно нуждаются в мерах психологической и социальной реабилитации [26].

Показанием к использованию разработанного аппарата «Экзар» служит верхний периферический пара-/монопарез, который выражен следующими проявлениями: снижение силы мышц (сгибателей, разгибателей, пронаторов, супинаторов, отводящих, приводящих) верхних конечностей до 1–3 баллов, что соответствует умеренной или глубокой степени пареза.

Поскольку состояние пациента отвечает данным требованиям – это дало нам возможность изготовить индивидуальный экзоскелет «Экзар» с корсетом (жакетом) из материала высокой прочности [1–3, 5, 8, 17].

Уже в первый день использования аппарата мы получили выраженный положительный эффект, а именно увеличения амплитуды движений в плечевых и локтевых суставах [4].

На рис. 5, 6 продемонстрировано разгибание плечевых суставов в сагиттальной плоскости с помощью экзоскелета «Экзар».



Рис. 4



Рис. 5.



Рис. 6.

Рис. 7 показывает увеличение амплитуды отведения плеча во фронтальной плоскости, за счет работы пассивного экзоскелета «Экзар».

Также нельзя забывать об эффекте профилактики нарушения осанки с помощью корсета (жакета), который распределяет вес аппарата и тем самым снижает осевую нагрузку на позвоночник, предотвращая его дальнейшую деформацию, а также «выключает» вспомогательную мускулатуру, что приводит к нормализации биомеханики двигательного процесса [7, 9].



Рис. 7



Рис. 8

Немало важно, что у пациента значительно расширился круг повседневной активности и снизилась потребность в посторонней помощи,

это показывает рис. 8: пациент самостоятельно причесывает волосы. Пациенту были рекомендованы ежедневные занятия в аппарате с постепенным увеличением амплитуды и вариации движений [11–13, 16].

В первый день применения экзоскелета «Экзар» объем активных движений верхних конечностей соответствовал:

Варианты движения	Правая рука, град.	Левая рука, град.	Норма, град.
Плечевой сустав сгибание отведение	90	90	180
	90	85	180
Локтевой сустав сгибание разгибание	45	45	0
	0	0	0

Особо следует отметить, что мы не использовали на начальном этапе все возможности расширения ареала движений верхней конечности с помощью экзоскелета «ЭКЗАР», мотивируя это тем, что связочный аппарат суставов верхних конечностей должен пройти специальную адаптацию к новому уровню положения конечностей. Больному рекомендовано осуществить подъем конечностей на высоту соответствующую 160° постепенно в течение 3–4 месяцев [14, 18, 19–21].

Данный клинический случай демонстрирует эффективность применения экзоскелета «ЭКЗАР» в возможной реабилитации пациентов с болезнью двигательного нейрона [6, 10, 15]. Применение данного метода позволяет увеличить объем активных движений, предотвращает формирование контрактур суставов, а также тренирует собственную мускулатуру, что приводит к уменьшению зависимости от посторонней помощи и повышению качества жизни людей с данной патологией. На данном этапе требуется дальнейшее изучение и разработка практических рекомендаций для клинической работы врачей-неврологов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Соловьева И. О., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Поздняков А. М. Терминология и классификация экзоскелетов // Вестник ВолгГМУ. – 2015. – № 3 (55). – С. 71–78.
2. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Замякина И. П., Панферова И. Г. Экзоскелет верхней конечности ЭКЗАР – итоги и проблемы начального этапа исследования // Сборник трудов научно-практической конференции профессорско-преподавательского коллектива, посвященной 80-летию Волгоградского государственного медицинского университета. – Волгоград, 2015. – С. 120–125.
3. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С. Этапы анатомической параметризации экзоскелета верхней ко-

нечности «ЭКЗАР» // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2015. – Т. 4, № 2. – С. 27–31.

4. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Пономарева О. А., Кривоножжина П. С. Первые результаты разработки и клинического внедрения пассивного экзоскелета верхних конечностей «ЭКЗАР» // Оренбургский медицинский вестник. – 2016. – Т. IV, № 4. – С. 39–46.
5. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Пономарева О. А., Кривоножжина П. С. Разработка и клиническая апробация пассивного экзоскелета верхних конечностей «ЭКЗАР» // Современные медицинские технологии. СТМ. – 2016. – Т. 8, № 2. – С. 90–97.
6. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Соболева С. Ю., Князев С. А., Соболев А. В. Экзоскелет «ЭКЗАР» – оценка маркетингового потенциала // Вестник ВолгГМУ. – 2016. – № 2 (58). – С. 70–74.
7. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С. Особенности анатомической параметризации пассивного экзоскелета нижней конечности «ЭКЗАР» // Оренбургский медицинский вестник. – 2015. – Т. 3, № 4. – С. 9–12.
8. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С. К методике определения анатомически зависимых параметров экзоскелета верхней конечности «ЭКЗАР» // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2015. – № 1. – С. 58–61.
9. Воробьев А. А., Андриященко Ф. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Замякина И. П., Панферова И. Г. Экзоскелет верхней конечности «ЭКЗАР» – итоги и проблемы начального этапа исследования // Сборник трудов научно-практической конференции профессорско-преподавательского коллектива, посвященной 80-летию Волгоградского государственного медицинского университета. – Волгоград, 2015. – С. 120–125.
10. Воробьев А. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Петрухин А. В. Экзоскелет – новые возможности абилитации и реабилитации (аналитический обзор) // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2015. – Т. 18, № 2 (53). – С. 51–63.
11. Воробьев А. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Андриященко Ф. А. Анатомическая параметризация пассивного экзоскелета верхней конечности // Морфологические науки и клиническая медицина: матер. Всерос. науч.-практич. конф. с международ. участием. – Чебоксары, 2015. – С. 166–170.
12. Воробьев А. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Петрухин А. В., Поздняков А. М. Экзоскелет – состояние проблемы и перспективы внедрения в систему абилитации и реабилитации инвалидов // Вестник ВолгГМУ. – 2015. – № 2 (54). – С. 9–18.
13. Воробьев А. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Петрухин А. В. Экзоскелет – новые возможности абилитации и реабилитации // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2015. – Т. 18, № 2 (53). – С. 51–63.
14. Воробьев А. А., Кривоножжина П. С., Засыпкина О. А., Соловьева И. О. Анатомическая параметризация пассивного экзоскелета верхней конечности // Морфологические науки и клиниче-

- ская медицина: матер. Всерос. науч.-практич. конференции с междунар. участием. – Чебоксары, 2015. – С. 166–170.
15. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С. Первый опыт клинической апробации пассивного экзоскелета верхней конечности // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2015. – № 434, 2 (50 прил.). – С. 51–52.
 16. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Поздняков А. М. Экзоскелет – как новое средство в абилитации и реабилитации инвалидов. (Аналитический обзор) // Современные технологии в медицине. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 185–197.
 17. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С. Клинико-анатомическое обоснование требований к разработке экзоскелетов верхней конечности // Оренбургский медицинский вестник. – 2014. – Т. 2, № 3. – С. 14–19.
 18. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С. Клинико-анатомические требования к активным и пассивным экзоскелетам верхней конечности // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2014. – № 1. – С. 56–61.
 19. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С. Основные клинико-анатомические критерии для разработки экзоскелета верхней конечности // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2014. – Т. 3, № 1. – С. 20–27.
 20. Воробьев А. А., Соловьева И. О., Андрищенко Ф. А., Засыпкина О. А., Кривоножжина П. С., Поздняков А. М. Терминология и классификация экзоскелетов // Вестник ВолгГМУ. – 2015. – № 3 (55). – С. 71–78.
 21. Воробьев А. А., Соловьева И. О., Андрищенко Ф. А., Пономарева О. А., Кривоножжина П. С. Спорные вопросы терминологии и классификации экзоскелетов (аналитический обзор, собственные данные, уточнения, предложения) // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2015. – № 3. – С. 14–21.
 22. Гехт Б. М., Ильина Н. А. Нервно-мышечные болезни. – М.: Медицина, 2009. – 352 с.
 23. Завалишин И. А. Боковой амиотрофический склероз // ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 272 с.
 24. Коновалова А. Н., Козлова А. В., Гусев Е. И., Коновалов А. Н., Скворцова В. И. Неврология и нейрохирургия. – 2009. – Т. 1. – 624 с.
 25. Левицкий Г. Н. Боковой амиотрофический склероз // Практическая медицина. – 2010. – 576 с.
 26. Ненарокомов А. Ю., Оруджев Н. Я., Антонова Т. Ю., Курушина О. В., Фурсик О. В., Барковская А. Ю., Замятина И. И., Барулин А. Е. Этические проблемы онкологии, психиатрии, неврологии и анестезиологии // Биоэтика. – 2012. – № 9. – С. 36–44.
 27. Яхно Н. Н., Штульмен Д. Р., Мельничук П. В. Болезни нервной системы: В 2 т. – М.: Медицина, 2001. – Т. 1. – 743 с.

Е. И. Морковин^{1, 2, 3}, А. М. Доценко^{1, 2}, А. В. Стрыгин^{1, 2}, А. С. Тарасов³

¹ Волгоградский государственный медицинский университет, кафедра фундаментальной медицины и биологии;

² Волгоградский медицинский научный центр, лаборатория геномных и протеомных исследований;

³ НИИ фармакологии ВолгГМУ, лаборатория психофармакологии

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ МИКРОСОМАЛЬНОЙ ФРАКЦИИ ПЕЧЕНИ КРЫС

УДК: 57.085.4:57.088.6

В ходе исследования оптимизирован экспериментальный протокол получения микросомальной фракции гепатоцитов крысы. Для подтверждения пригодности методики в рамках изучения метаболизма лекарственных средств *in vitro* была проведена оценка дыхательной активности микросом флуориметрическим методом.

Ключевые слова: микросомы, гепатоциты, микросомальное окисление, метаболизм лекарств *in vitro*, перфузия.

E. I. Morkovin, A. M. Dotsenko, A. V. Strygin, A. S. Tarasov

ISOLATION OF MICROSOMES FROM RAT LIVER: AN OPTIMIZATION PROTOCOL

The current study was undertaken to optimize the experimental protocol of the rat liver microsome isolation. To verify the feasibility of the method, we evaluated respiratory chain activity of microsomes using a fluorometric method. We conclude that the optimized protocol can be used at the initial stage of *in vitro* drug metabolism studies.

Key words: microsome, hepatocytes, microsomal oxidation, drug metabolism *in vitro*, perfusion.

Микросомальное окисление осуществляется ферментными системами, локализован-

ными преимущественно в эндоплазматическом ретикулуме клеток печени и других тканей. При