

УДК 616.714.1-089.843

DOI 10.17802/2306-1278-2018-7-4S-146-150

## ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ ПРИ РАННЕЙ РЕАБИЛИТАЦИИ РЕЦИПИЕНТА ДОНОРСКОГО СЕРДЦА С ОСЛОЖНЕННЫМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫМ ПЕРИОДОМ

А.В. Безденежных , А.Н. Сумин, П.А. Олейник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновский бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

### Основные положения

- Приводится пример использования электростимуляции скелетных мышц в ранней реабилитации реципиента донорского сердца с осложненным послеоперационным периодом.
- Приведенная информация демонстрирует необходимость дальнейшего изучения применения методики как у пациентов после трансплантации сердца и других солидных органов, так и у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии.

### Резюме

Прогноз пациента, страдающего тяжелой хронической сердечной недостаточностью, определяется не только поражением сердца, но и состоянием скелетных мышц. В течение последних лет все больше появляется информации о применении в качестве средства реабилитации пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии электростимуляции скелетных мышц (ЭМС), однако информация о применении такого вида реабилитации у пациентов после трансплантации сердца недостаточна. В настоящей статье представлен первый опыт применения ЭМС у пациента, перенесшего трансплантацию сердца. Проведенный курс электростимуляции четырехглавой мышцы бедра позволил сохранить мышечную массу по данным ультразвукового исследования, а также силу и выносливость мускулатуры. Проведенная ЭМС была безопасной, не имела проаритмогенного эффекта и не сказывалась на работе временного электрокардиостимулятора. Необходимо дальнейшее накопление, систематизация и анализ данных о применении ЭМС у данной категории больных.

### Ключевые слова

Трансплантация сердца • Электростимуляция скелетных мышц • Реабилитация • Отделение интенсивной терапии

Поступила в редакцию: 03.10.18; поступила после доработки: 15.11.18; принята к печати: 07.12.18

## THE FIRST EXPERIENCE OF ELECTRICAL MYOSTIMULATION FOR EARLY REHABILITATION OF THE HEART TRANSPLANT RECIPIENT WITH COMPLICATED POSTOPERATIVE PERIOD

A.V. Bezdenezhnykh , A.N. Sumin, P.A. Olejnik

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

### Highlights

- The clinical case reports the first experience of skeletal muscle electrostimulation in early rehabilitation of the heart transplant recipient with the complicated postoperative period.
- The presented experience emerges the need for the further study of this technique in heart transplant and other solid organ recipients and patients in the intensive care units.

### Abstract

The prognosis of a patient suffering from severe chronic heart failure is determined by the impairment of cardiac and skeletal muscles. More evidence has recently emerged on the use of electrical muscle stimulation (EMS) as a method of rehabilitation in patients admitted to the intensive care units. Nevertheless, evidences

Для корреспонденции: Безденежных Андрей Викторович, e-mail: [bezdav@kemcardio.ru](mailto:bezdav@kemcardio.ru); адрес: 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновский бульвар, 6

Corresponding author: Bezdenezhnykh Andrey V., e-mail: [bezdav@kemcardio.ru](mailto:bezdav@kemcardio.ru); address: Russian Federation, 650002, Kemerovo, 6, Sosnoviy blvd.

on the use of this type of rehabilitation in patients after heart transplantation are still limited. This article presents the first experience of using EMS in the patient who underwent heart transplantation. Sessions of electric muscle stimulation of the quadriceps allowed maintaining muscle mass according to the ultrasound findings, as well as muscle strength and endurance. The EMC was safe, had no proarrhythmogenic effect and did not affect the pacing of the temporary pacemaker. Further data accumulation, systematization and analysis on the use of EMC in this group of patients is required.

**Keywords**

Heart transplant • Skeletal muscle electrostimulation • Rehabilitation • Intensive care unit

*Received: 03.10.18; received in revised form: 15.11.18; accepted: 07.12.18*

**Список сокращений**

ОИТ – отделение интенсивной терапии      ХСН – хроническая сердечная недостаточность  
ТС – трансплантация сердца                  ЭМС – электромиостимуляция

**Введение**

По данным Международного общества по трансплантации сердца и легких, отмечается стабильный рост выживаемости пациентов после трансплантации сердца (ТС) – в большинстве клиник она составляет 85% и более в течение первого года [1]. Снижение выживаемости в дальнейшем связано в основном с осложнениями иммуносупрессивной терапии, манифестацией хронического отторжения и развитием васкулопатии трансплантата [1]. Однако прогноз пациента, страдающего тяжелой хронической сердечной недостаточностью (ХСН), определяется не только поражением сердца, но и состоянием периферических тканей и, в первую очередь, скелетных мышц [2]. Все без исключения реципиенты донорского сердца на момент операции имеют саркопению той или иной степени выраженности, поскольку предсуществующая ХСН отражается и на их мышечном статусе. Низкая сила и выносливость скелетной мускулатуры усугубляется при осложненном раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств во время пребывания пациента в отделениях интенсивной терапии (ОИТ).

Для предотвращения или уменьшения выраженности саркопении у пациентов с ХСН применяются различные методики, включающие по возможности раннюю активизацию пациентов [3, 4]. В течение последних лет все больше появляется информации о применении в качестве средства реабилитации пациентов ОИТ электростимуляции скелетных мышц (ЭМС) [5–7]. Однако информация о применении такого вида реабилитации у пациентов после ТС недостаточна. Мы представляем наш первый опыт применения ЭМС у пациента с осложненным послеоперационным периодом пересадки сердца.

**Клинический случай**

Пациент З., возраст 54 года, рост 169 см, вес 68

кг, в марте 2017 г. поступил в кардиологическое отделение НИИ КПССЗ для обследования в качестве потенциального реципиента сердца.

Клиника ИБС у пациента не прослеживается, артериальную гипертензию отрицает. С 2004 г. выявляется постоянная форма фибрилляция предсердий, в 2015 г. выявлена полная атрио-вентрикулярная блокада, которая была скорректирована ЭКС. В 2014 г. перенес ишемический инсульт с левосторонним гемипарезом, центральным парезом VII, XII пар черепно-мозговых нервов слева. По данным коронарной ангиографии в 2015 г. окклюзионно-стенотических поражений не выявлено. Прогрессирующее ухудшение систолической функции левого желудочка, ухудшение переносимости физической нагрузки с 2013 г. Установлен диагноз дилатационной кардиомиопатии. В 2016 г. пациенту рекомендовано обследование в качестве потенциального реципиента сердца. По результатам велоспироэргометрии выявлено значительное снижение пиковых показателей потребления кислорода (29% от должного). По данным эхокардиографии выраженная дилатация полостей сердца, недостаточность митрального и трехстворчатого клапанов 3 степени, давление в легочной артерии 59 мм рт. ст. При катетеризации правых полостей сердца среднее давление в легочной артерии 32 мм рт.ст., давление заклинивания 25 мм рт.ст., сердечный выброс 3,0 л/мин, транспульмональный градиент 7 мм рт.ст., легочное сосудистое сопротивление 2,3 ед. Вуда.

Терапия в течение всего времени пребывания в листе ожидания включала торасемид, периндоприл, карведилол, спиронолактон, дабигатран.

Трансплантация сердца выполнена 19 мая 2017 г. Длительность ишемии трансплантата составила 265 (195+70) минут, длительность искусственного кровообращения 145 минут. Объем гемотрансфузии эритроцитарной взвесью составил 576 мл, плазмой 1390 мл, тромбоцитарным концентратом 750 мл.

Также гемостатическая терапия была усилена протромбиновым комплексом. Несмотря на интенсивную терапию гемостаза, в течение первых часов после операции отмечался повышенный темп поступления по страховочным дренажам, проводилась рестернотомии, ревизия послеоперационной раны, кровотечение было остановлено. В связи с кровопотерей у пациента появилась полиорганная недостаточность (сердечная, почечная), что привело к длительному пребыванию пациента в отделении реанимации. С учетом осложненного послеоперационного периода, а также исходного состояния пациента ему решено начать дополнительную реабилитацию в виде ЭМС. Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол применения ЭМС был одобрен локальным этическим комитетом. До начала ЭМС пациент подписал добровольное информированное согласие.

Электромиостимуляция проводилась с помощью четырехканального аппарата «Beurer EM80» (Beurer GmbH, Германия). Самоклеящиеся электроды располагались над четырехглавой мышцей бедра, длительность сессии составляла 60 минут, включая 5-минутные периоды разогрева и заминки. На протяжении серии модулировались прямоугольные импульсы с частотой 45 Гц. В результате этого индуцировалось тоническое сокращение указанных мышц в течение 12 секунд с последующей паузой 5 секунд. Амплитуда электрического воздействия подбиралась отдельно для каждого из четырех каналов до достижения хорошего мышечного сокращения (ви-

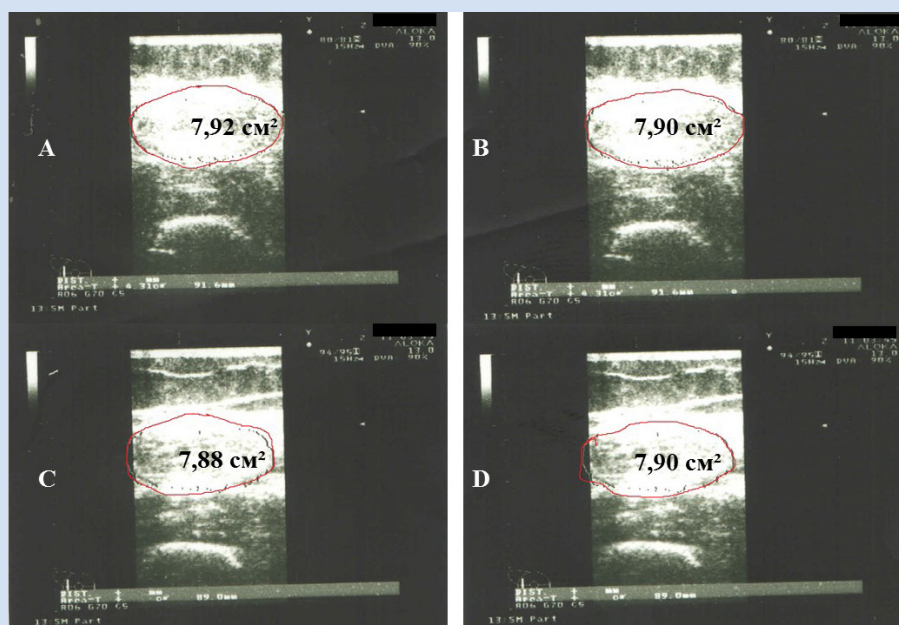
зуально или пальпаторно) без болевых ощущений. Электростимуляция проводилась в течение всего периода пребывания пациента в стационаре.

Сила мышц оценивалась при помощи динамометра Lafayette Manual Muscle Test System модель 01165 (Lafayette, США). Измерение силы проводилось исходно (на этапе включения в лист ожидания) и после курса ЭМС. Также пациенту проводился тест шестиминутной ходьбы.

Мышечная масса оценивалась при помощи ультразвукового исследования. Измерялась площадь поперечного сечения прямой мышцы бедра на среднем расстоянии между большим вертелом и медиальным надмыщелком бедра. Измерение осуществлялось перед началом ЭМС и после окончания курса.

По данным эндомикардиальной биопсии, на десятые сутки наблюдалось отторжение донорского органа степени 0–1А по интерстициальному типу, с незначительным отеком. Концентрация такролимуса составляла от 1,8 нг/мл на этапе подбора терапии до 12,8 нг/мл на момент выписки. На 21-е сутки с момента выполнения трансплантации сердца пациент выписан в удовлетворительном состоянии на амбулаторный этап лечения.

Динамика показателей силы и выносливости скелетных мышц и площади поперечного сечения прямой мышцы бедра представлена в Таблице и на Рисунке соответственно. В результате курса ЭМС сила мышц-разгибателей колена несколько возросла, нижних конечностей – осталась неизменной в паретичной левой нижней конечности и несколько снизилась в правой. При этом возросло время, за которое достигалось пиковое усилие. Площадь



**Рисунок.** Площадь поперечного сечения прямой мышцы бедра до и после курса ЭМС.  
**Примечание:** А – мышца справа до ЭМС, В – мышца справа после, С – мышца слева до ЭМС, D – мышца слева после ЭМС, ЭМС – электромиостимуляция.

**Figure.** The cross-section area of the rectus femoris before and after EMS

**Note:** A – muscle on the right before EMS, B – muscle on the right after EMS, C – muscle on the left before EMS, D – muscle on the left after EMS, EMS – electromyostimulation.



**Таблица.** Показатели силы мышц-разгибателей колена и дистанция теста шестиминутной ходьбы у пациента, перенесшего трансплантацию сердца до и после курса ЭМС**Table.** The knee extensors strength and six-minute walking test distance before and after EMS

Показатель / Character	До начала ЭМС / Before EMS	После ЭМС / After EMS
Сила разгибателей колена справа, кг / Right knee extensors strength, kg	20,5	19,7
Время достижения пикового усилия справа, с / Right peak time, s	2,7	3,0
Сила разгибателей колена слева, кг / Left knee extensors strength, kg	18,5	18,8
Время достижения пикового усилия слева, с / Left peak time, s	1,8	3,0
Дистанция теста шестиминутной ходьбы, м / Six-minute walking test distance, m	230	298

**Примечание:** ЭМС – электромиостимуляция.**Note:** EMS – electromyostimulation.

поперечного сечения прямой мышцы бедра до и после курса ЭМС не изменилась.

### Обсуждение

В представленном случае показана эффективность ЭМС у пациента с осложненным послеоперационным периодом трансплантации сердца. В имеющейся литературе на настоящий момент активно обсуждается эффективность ЭМС у пациентов ОИТ. Наибольшее внимание привлекает возможность сохранения мышечной массы у пациентов, которые иммобилизованы в течение длительного времени [8]. У представленного пациента можно отметить меньшую силу разгибателей колена справа после курса ЭМС. Развить максимальное усилие не позволил болевой синдром в поясничной области вследствие обострения остеохондроза поясничного отдела позвоночника. Однако в паретичной (левой) конечности сила разгибателей возросла. Также увеличилось и время, за которое достигалось пиковое усилие, что свидетельствует об улучшении функционального состояния мускулатуры. По данным ультразвукового исследования, мышечная масса практически не изменилась. Таким образом, наглядно демонстрируется способность ЭМС сохранять мышечную массу у иммобилизованных пациентов.

Другой стороной проблемы ЭМС в ОИТ является безопасность методики. Особенно актуален данный вопрос для пациентов кардиохирургического профиля, в т.ч. и реципиентов донорского сердца. На данный момент имеются свидетельства об отсутствии проаритмогенного эффекта после курса ЭМС в течение первых пяти дней после кардиохирургического вмешательства. Также проведение ЭМС не сказывалось на работе временных и постоянных искусственных водителей ритма. Следует отметить, что в этих исследованиях пассивные тренировки проводились пациентам, не имеющим послеоперационных осложнений, а лица, перенесшие трансплантацию сердца, составляли лишь небольшую часть группы сравнения пациентов кардиохирургического профиля [7]. Кроме того, длительность курса была существенно меньше.

Пациенты в ближайшем послеоперационном периоде ТС имеют ряд особенностей, отличающих

их от прочих больных кардиохирургического стационара. Прежде всего, они особенно уязвимы для инфекции, также актуальной для них является проблема брадиаритмий с потребностью имплантации постоянного водителя ритма [6]. Кроме того, тяжесть их состояния обусловлена не только тяжестью оперативного вмешательства, но и исходным состоянием периферических тканей и, в первую очередь, скелетной мускулатуры. С течением времени у пациентов с ХСН проблема вторичной саркопении становится особенно выраженной, а снижение мышечной силы и массы особенно заметным. Ограничение физической активности, связанное с продленной искусственной вентиляцией легких, органной недостаточностью, дополнительно ухудшает состояние скелетных мышц, что может сказаться на результатах оперативного лечения.

Улучшение состояния скелетных мышц у пациентов с ХСН является достаточно обоснованным мероприятием. И именно ЭМС является тем самым методом, способным оказать влияние на состояние скелетных мышц и не приводящим к значимым гемодинамическим затратам. Превентивная ЭМС у пациентов в листе ожидания ТС проводилась и ранее [9]. В данной работе 8-недельный курс ЭМС привел к повышению силы разгибателей колена на 22,7% и сгибателей колена – на 35,4%, а также к повышению поперечной площади мышц. Улучшение функционального состояния сопровождалось с исключением некоторых больных из листа ожидания ТС. В нашем примере курс ЭМС был существенно меньше по продолжительности, что объясняет относительно небольшие изменения со стороны структуры и функции мышц.

### Заключение

В приведенном примере электростимуляция скелетных мышц у пациента в раннем послеоперационном периоде трансплантации сердца не привела к клиническому ухудшению его состояния, не вызвала дисфункции временного искусственного водителя ритма. Проведение пассивных тренировок предотвращает мышечную атрофию, сохраняет силу и выносливость мускулатуры. Необходимо дальнейшее накопление, систематизация и анализ данных о применении ЭМС у данной категории больных.

**Конфликт интересов**

А.В. Безденежных заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Н. Сумин заявляет об отсутствии конфликта интересов. П.А. Олейник заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Информация об авторах**

*Безденежных Андрей Викторович*, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории реконструктивной хирургии мультифокального атеросклероза Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация;

*Сумин Алексей Николаевич*, доктор медицинских наук, заведующий отделом мультифокального атеросклероза Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация;

*Олейник Павел Александрович*, аспирант Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация.

**Вклад авторов в статью**

*БАВ* – вклад в концепцию и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*САН* – интерпретация данных, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*ОПА* – анализ и интерпретация данных, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание.

**Финансирование**

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

**Author Information Form**

*Bezdenzhnykh Andrey V.*, MD, PhD, senior researcher at the Laboratory of Reconstructive Surgery of Multivessel and Polyvascular Diseases, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation;

*Sumin Alexei N.*, MD, PhD, the Head of the Department of Multivessel and Polyvascular Diseases, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation;

*Oleinik Pavel A.*, PhD student at the Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation;

**Author Contribution Statement**

*BAV* – contribution to the concept and design of the study, data analysis and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*SAN* – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*OPA* – data analysis and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES**

1. Yusen R.D., Edwards L.B., Kucheryavaya A.Y., Benden C., Dipchand A.I., Goldfarb S.B., Levvey B.J., Lund L.H., Meiser B., Rossano J.W., Stehlik J. The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-second Official Adult Lung and Heart-Lung Transplantation Report-2015; Focus Theme: Early Graft Failure. *J Heart Lung Transplant*. 2015 Oct;34(10):1264-77. doi: 10.1016/j.healun.2015.08.014.
2. von Haehling S., Ebner N., Dos Santos M.R., Springer J., Anker S.D. Muscle wasting and cachexia in heart failure: mechanisms and therapies. *Nat Rev Cardiol*. 2017 Jun;14(6):323-341. doi: 10.1038/nrcardio.2017.51.
3. Morris P.E., Goad A., Thompson C., Taylor K., Harry B., Passmore L. et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 2008;36(8): 2238-43. doi: 10.1097/ccm.0b013e318180b90e
4. Lipshutz A.K., Gropper M.A. Acquired neuromuscular weakness and early mobilization in the intensive care unit. *Anesthesiology*. 2013;118(1): 202-15 doi: 10.1097/aln.0b013e31826be693
5. Dirks M.L., Hansen D., Van Assche A., Dendale P., Van Loon L.J. Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle wasting in critically ill comatose patients. *Clin Sci (Lond)*. 2015 Mar 1;128(6):357-65. doi: 10.1042/CS20140447.
6. Kho M.E., Truong A.D., Zanni J.M., Ciesla N.D., Brower R.G., Palmer J.B., Needham D.M. Neuromuscular electrical stimulation in mechanically ventilated patients: A randomized, sham-controlled pilot trial with blinded outcome assessment. *Journal of Critical Care*. 2015 Feb;30(1):32-9. doi: 10.1016/j.jcrc.2014.09.014
7. Iwatsu K., Yamada S., Iida Y., Sampei H., Kobayashi K., Kainuma M., Usui A. Feasibility of neuromuscular electrical stimulation immediately after cardiovascular surgery. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 Jan;96(1):63-8. doi: 10.1016/j.apmr.2014.08.012.
8. Iwatsu K., Iida Y., Kono Y., Yamazaki T., Usui A., Yamada S. Neuromuscular electrical stimulation may attenuate muscle proteolysis after cardiovascular surgery: A preliminary study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017 Feb;153(2):373-379.e1. doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.09.036
9. Quittan M., Wiesinger G.F., Sturm B., Puig S., Mayr W., Sochor A., Paternostro T., Resch K.L., Pacher R., Fialka-Moser V. Improvement of thigh muscles by neuromuscular electrical stimulation in patients with refractory heart failure: a single-blind, randomized, controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001 Mar;80(3):206-14; quiz 215-6, 224.

**Для цитирования:** А.В. Безденежных, А.Н. Сумин, П.А. Олейник. Первый опыт применения электромиостимуляции при ранней реабилитации реципиента донорского сердца с осложненным послеоперационным периодом. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2018; 7 (4S): 146-150. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4S-146-150

**To cite:** A.V. Bezdenzhnykh, A.N. Sumin, P.A. Olejnik. The first experience of electrical myostimulation for early rehabilitation of the heart transplant recipient with complicated postoperative period. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2018; 7 (4S): 146-150. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4S-146-150