

## МЕТОД БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В КОМПЛЕКСЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

А.К. Василькин<sup>1</sup>, С.И. Шапарюк<sup>1</sup>, С.Б. Шевченко<sup>2</sup>, А.О. Денисов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

<sup>2</sup> ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова»

Минздрава России

Ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва, 119991, Россия

### Резюме

**Цель исследования** – разработка системы комплексного физио-функционального лечения с использованием метода биологической обратной связи (БОС) для повышения эффективности реабилитации пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава.

**Материал и методы.** В исследование было включено 154 больных, перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава. Все пациенты были разделены на две группы – основную (82 человека) и контрольную (72 человека). Отличие групп друг от друга состояло в том, что больным основной группы дополнительно к традиционному восстановительному лечению проводили 10–12 процедур с использованием аппаратов БОС. Результаты оценивали с помощью клинического метода исследования (динамика болевого синдрома по ВАШ, ангулометрия), методов функциональной диагностики (ЭМГ), биомеханического метода (стабилометрия), а также оценивали качество жизни пациентов с применением опросника SF-36. Наблюдение за больными проводили в сроки до одного года.

**Результаты.** В результате проведенного комплексного лечения у пациентов обеих групп наступил регресс жалоб и объективной клинической симптоматики. Оценка болевого синдрома по ВАШ показала, что в основной группе его уменьшение было более выраженным (на 15–20% в разные сроки), наступало на 5,0±0,9 дней раньше и сохранялось на протяжении всего периода наблюдения. При анализе данных ангулометрии было установлено, что у больных основной группы прирост амплитуды движений в оперированном тазобедренном суставе также был больше на 15–20%, чем у больных контрольной группы. В обеих группах пациентов увеличилась амплитуда и частота биопотенциалов обследованных мышц, а также уменьшилось смещение центра тяжести тела, однако степень изменения этих показателей была более выражена у больных, получивших процедуры БОС, которая позволяет тренировать не только пораженные мышцы, но и мышцы-антагонисты. Восстановление показателей качества жизни также было более быстрым у пациентов, получавших в комплексе лечения процедуры БОС.

**Заключение.** Результаты клинического и биомеханического обследований, электромиографии, а также показатели качества жизни коррелируют между собой и свидетельствуют об эффективности и перспективности предлагаемого комплекса реабилитации с применением метода БОС у пациентов, перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава.

**Ключевые слова:** биологическая обратная связь (БОС), реабилитация после эндопротезирования тазобедренного сустава.

DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-35-44.

## Biological Response Method in Rehabilitation of Patients after Hip Joint Arthroplasty

A.K. Vasil'kin<sup>1</sup>, S.I. Shaparyuk<sup>1</sup>, S.B. Shevchenko<sup>2</sup>, A.O. Denisov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

<sup>2</sup> Sechenov First Moscow State Medical University

8, str. 2, ul. Trubetskaya, Moscow, 119991, Russia

Василькин А.К., Шапарюк С.И., Шевченко С.Б., Денисов А.О. Метод биологической обратной связи в комплексе реабилитации после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4):35-44. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-35-44.

**Cite as:** Vasil'kin A.K., Shaparyuk S.I., Shevchenko S.B., Denisov A.O. [Biological Response Method in Rehabilitation of Patients after Hip Joint Arthroplasty]. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016;22(4):35-44 (in Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-35-44.

Василькин Алексей Константинович. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия/ *Aleksey K. Vasil'kin*. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: alex-nevrolog@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 29.07.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 12.09.2016.

**Abstract**

**Purpose** – to develop a comprehensive physio- and functional treatment with biological response method to improve rehabilitation outcomes in patients after hip joint arthroplasty.

**Materials and methods.** The study included 154 patients who underwent hip joint arthroplasty. All patients were divided in two groups – test group (82 patients) and control group (72 patients). In addition to conventional rehabilitation the patients of the test group underwent 10-12 procedures using biological response equipment. Outcomes were evaluated by clinical examination (VAS pain dynamics, goniometry), functional diagnostics (EMG), biomechanical examination (stability) as well as life quality assessment by SF-36. Patients were followed up to one year.

**Results.** In result of the study the authors observed regress in complaints and clinical symptoms in patients of both groups. VAS evaluation demonstrated that in the test group pain decrease was more significant (at 15-20% at various time stages), was reported earlier ( $5,0 \pm 0,9$  days) and persisted during the follow up period. ROM increase of operated hip in the test group was 15-20% higher than in control group according to goniometry analysis. Patients of both groups demonstrated increased range and frequency of biopotential in examined muscles as well as a reduced displacement of gravity center of the body. However, a larger degree of above changes was observed in patients of the test group following biological response procedures that provide for exercise of affected muscles as well as for antagonistic muscles. Life quality improvement was faster in patients of the test group.

**Conclusion.** The authors reported correlating results of clinical and biomechanical examinations, electromyography and life quality assessments that altogether prove efficiency and prospects of presented comprehensive rehabilitation treatment utilizing biological response method in patients after hip joint arthroplasty.

**Keywords:** biological response, rehabilitation after hip joint arthroplasty.

DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-35-44.

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

**Введение**

В настоящее время наиболее эффективным методом лечения тяжелой патологии крупных суставов, прежде всего тазобедренных, считается их эндопротезирование [11–13]. Важную роль для результатов артропластики играет восстановительное физио-функциональное лечение, включающее физиотерапию, массаж и лечебную физическую культуру (ЛФК) [3, 7].

В последние годы в различные реабилитационные программы все чаще включают метод функционального биоуправления, или биологической обратной связи (БОС) [4, 9]. Однако метод БОС пока еще не нашел широкого применения при реабилитации пациентов, которым выполнено эндопротезирование тазобедренного сустава (ЭП ТБС). Некоторые авторы предлагают использовать данный метод в системе комплексной реабилитации пациентов спустя 6 месяцев после тотального ЭП ТБС, т.е. на этапе амбулаторного лечения [12].

Предлагаемая нами методика основывается на включении метода БОС в комплекс реабилитационных мероприятий на ранних сроках после ЭП ТБС [2].

По сравнению с общепринятыми способами лечения, включение метода БОС в комплекс реабилитации (физиотерапия, массаж, ЛФК) при патологии различных органов и систем позволяет при относительно малых затратах значительно быстрее активизировать больных, улучшить трофику тканей, укрепить не только

мышцы конечностей, но и защитные силы организма, поднять психоэмоциональный статус, что в конечном итоге повышает эффективность восстановительного лечения и качество жизни больных, а также позволяет сократить сроки лечения.

Кроме того, метод физиологичен, так как опирается на активизацию и мобилизацию собственных резервов организма пациента, имеет четкую патогенетическую направленность при восстановлении нарушенных функций организма, позволяет осуществлять дозирование и контроль нагрузок как при проведении каждого сеанса, так и в ходе всего курса лечения. Метод БОС безболезнен, неинвазивен, хорошо сочетается со всеми видами проводимых лечебных и реабилитационных мероприятий, причем их совместное применение взаимно потенцирует друг друга. Он требует от больного активного участия в собственном лечении, что также повышает его эффективность.

Тем не менее, методика применения БОС для реабилитации пациентов после ЭП ТБС разработана недостаточно. В частности, неясными остаются вопросы показаний и противопоказаний для применения метода БОС у этой категории больных, сроки начала и окончания лечения, методика проведения процедур БОС и показатели контроля эффективности данного метода. В связи с этим представляется важным исследовать влияние БОС на качество реабилитации больных после ЭП ТБС.

**Цель исследования** заключалась в разработке системы комплексного физио-функционального лечения, включающего использование БОС, для улучшения результатов лечения пациентов, перенесших ЭП ТБС.

### Материал и методы

Исследование выполнено на базе отделения восстановительной медицины № 2 ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. В исследование включено 154 больных, перенесших ЭП ТБС по поводу последствий травм и заболеваний. Мужчин было 70 (45,5%), женщин – 84 (54,5%).

Условиями для включения пациентов в исследование считались:

- трудоспособный возраст больного (от 18 до 60 лет);

- наличие у больного травмы или заболевания ТБС, приведших к операции ЭП.

Пациенты, составившие основную группу (82 человека, или 53,2%), в раннем послеоперационном периоде, наряду с традиционными методами реабилитации (ЛФК, массаж, физиотерапия), получали процедуры БОС. В контрольную группу (72 человека, или 46,8%) включены больные, перенесшие ЭП ТБС и получавшие только традиционные методы восстановительного лечения (без БОС). Отбор больных в группы проводился методом случайной выборки (рандомизации).

Базовое восстановительное физио-функциональное лечение у пациентов, перенесших ЭП ТБС, проводилось по следующей схеме.

Из физиотерапевтических воздействий в раннем послеоперационном периоде (с 1–2-го дня после операции) с целью профилактики осложнений назначали на область раны 3–5 процедур УВЧ- или магнитотерапии.

При рефлекторной задержке мочеиспускания проводили 1–3 процедуры электростимуляции мочевого пузыря, а для профилактики пневмонии (у ослабленных больных) – вибромассаж грудной клетки.

С целью укрепления мышц применяли миоэлектростимуляцию (МЭС) и массаж мышц конечностей, при этом использовали щадящие массажные приемы. На здоровой стороне МЭС и массаж начинали на 3–5-й день после операции, на оперированной – после снятия швов.

Для улучшения трофики тканей в области оперативного вмешательства через 2–3 недели после него (при отсутствии воспалительных явлений) назначали магнито-лазерную терапию или инфракрасное излучение. Через 4–5 недель после операции рекомендовали проводить в амбулаторных условиях (при от-

сутствии противопоказаний) более энергичные тепловые и водные процедуры: озокеритопарафиновые аппликации, лечебные ванны (жемчужные, кислородные и др.), а также подводный душ-массаж.

Активизацию больных после ЭП ТБС начинали в раннем послеоперационном периоде. С первых суток после операции больным разрешали садиться с использованием надкроватной рамы, осуществлять движения во всех суставах здоровой и голеностопном суставе больной конечности, выполнять дыхательные упражнения, проводить изометрические сокращения мышц бедра и ягодицы (сначала на здоровой, а с 2–3 дня – на оперированной стороне). После стихания болей в области раны (с 2–3 дня) начинали пассивные, а затем – активные движения в коленном и тазобедренном суставах оперированной конечности. В период с 5-х по 10-е сутки обучали больных удерживать конечность на весу, а также отводить ее. На 5–6-е сутки разрешали переворачиваться на живот для профилактики сгибательной контрактуры в оперированном суставе. В эти же сроки поднимали больных с постели и обучали ходьбе при помощи костылей. При имплантации эндопротеза на костном цементе больные с первых дней после операции начинали частично нагружать оперированную конечность, доводя нагрузку до полной к концу месяца. При бесцементной, но прочной фиксации эндопротеза ходьбу с опорой на костыли (слегка приступая на ногу) разрешали на 2–3-й день и постепенно увеличивали нагрузку от 15 до 50% веса тела (к концу третьей недели).

У пациентов основной группы дополнительно проводили процедуры (тренировки) с применением метода БОС. Для этого использовали аппараты БОС «Миотоник-02» производства ЗАО «Биосвязь» и «Амблиокор-01Д» фирмы «IN VITRO» (Санкт-Петербург). Еще до операции определяли функциональное состояние опорно-двигательной системы (ОДС): проводили осмотр и измерение амплитуды движений в суставах нижних конечностей, а также электромиографию и стабилometriю. Далее, в зависимости от результатов обследования, разрабатывали индивидуальную программу с использованием БОС.

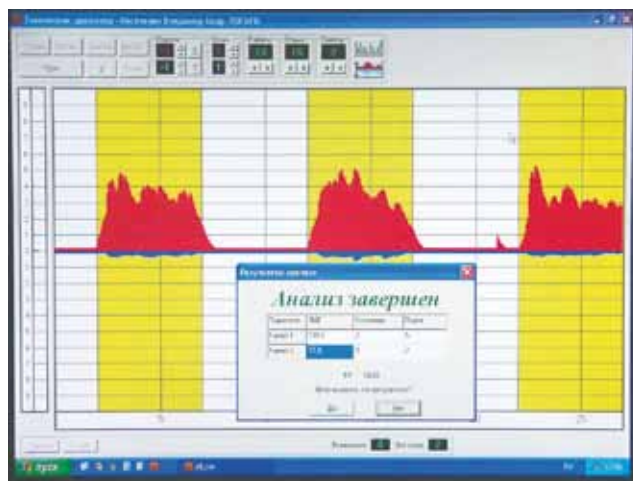
Тренировки БОС проводили ежедневно и начинали с 3–4-го дня после операции в палате при помощи портативного аппарата «Миотоник». Перед началом лечения каждому больному объясняли принцип работы прибора и ставили перед ним конкретные задачи. Как правило, лечебные процедуры начинали с тренировки че-

тырехглавой мышцы, сначала здоровой, а затем больной конечности, с использованием порогового способа предъявления сигналов обратной связи. Продолжительность каждого занятия определялась суммарным сокращением мышцы и составляла не менее 10 минут на здоровой конечности и не менее 5–10 минут на больной. Осуществлялся попеременный режим работы (4–12 сокращений, чередующихся с отдыхом, в минуту). Выбранный режим работы был оптимальным, так как позволял длительное время без видимого утомления больного проводить тренировку. С помощью аппарата «Миотоник» проводили 4–5 процедур.

По мере активизации больного занятия продолжали на компьютерном комплексе «Амблиокор». Исследование биомеханики проводили на аппарате БОС «Амблиокор» с применением специализированного программного обеспечения. Использовали метод стабилотриии. Мы анализировали отклонение (смещение) проекции общего центра тяжести по двум осям – горизонтальной (H) и вертикальной (S). Степень отклонения измерялась в миллиметрах. Исследование проводилось в положении стоя и по возможности без использования дополнительных средств опоры. Время проведения исследования составляло 30 секунд.

Помимо тренировки четырехглавой мышцы, осуществляли также тренировки двуглавой мышцы бедра и средняягодичной мышцы как основных мышц, осуществляющих сгибание, разгибание и отведение в тазобедренном суставе. Активный электрод устанавливали на одной из этих мышц, пассивный – на соответствующей мышце-антагонисте. При активации мышцы, на которой устанавливался электрод, на мониторе появлялось графическое изображение напряжения, что позволяло управлять процессом ее сокращения и расслабления. В виде двух непрерывных линий на экран выводились уровни каждой мышцы (рис. 1).

В ходе тренировочного сеанса больному предлагалось по мере выполнения тренируемого движения добиться такого уровня взаимоотношения биоэлектрической активности мышц-антагонистов, при котором интегральная электромиограмма (ЭМГ) мышцы-агониста находилась ниже, а мышцы-антагониста – выше порога, установленного для нее. При достижении этого соотношения подавался звуковой сигнал, информирующий о правильно выполненном движении. В ходе курса БОС по мере улучшения функции реципрокных взаимоотношений мышц-антагонистов порог по мышце-агонисту повышался, а по мышце-антагонисту снижался.



**Рис. 1.** Графическое изображение амплитуды мышечного сокращения в процессе тренировки  
**Fig. 1.** Diagram of muscular contractions range during exercise

Тренировки проводили ежедневно по будням, продолжительность каждой из них составляла не менее 15 минут. Время выполнения задания (сокращение мышцы) в зависимости от состояния больного составляло от 10 до 25 секунд. Периоды функциональной активности мышцы чередовались с периодами отдыха. Курс лечения с применением аппарата «Амблиокор» включал в среднем 5–7 занятий. Общий курс лечения на аппаратах БОС состоял не менее чем из 10–12 процедур, проводимых в стационаре. После выписки у части больных проводили поддерживающие процедуры (1–2 раза в неделю в течение 3–4 недель), что позволяло сохранять сформированный навык.

Критерием достижения клинической задачи, наряду с субъективными ощущениями пациента, являлись объективные данные ЭМГ и стабилотриии, получаемые в ходе проведения БОС-терапии по завершении каждого сеанса и хранящиеся в базе данных компьютера.

Результаты лечения оценивали с помощью клинического метода исследования, прежде всего оценки болевых ощущений с использованием визуально-аналоговой шкалы (ВАШ), ангулометрии, методов функциональной диагностики – поверхностной ЭМГ четырехглавой мышцы бедра, биомеханического (стабилотриии), а также аналитического и статистического методов исследования. При этом использовали пакет прикладных статистических программ Statistica (версия 7.0), а также Microsoft Office Excel 2007. Исследовали также качество жизни (КЖ) пациентов, пере-

несших ЭП ТБС, с использованием короткой версии опросника SF-36. Наблюдение за больными проводили в сроки до года, а именно: до лечения (исходные данные), сразу после окончания лечения (перед выпиской), а также через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Количество наблюдений в разные сроки после операции представлено в таблице 1.

### Результаты

В результате проведенного комплексного лечения почти у всех больных как основной, так и контрольной групп наступил регресс жалоб и объективной клинической симптоматики. Анализ динамики болевого синдрома по шкале ВАШ показал, что у подавляющего большинства пациентов боли значительно уменьшились, причем у пациентов основной группы, которым проводили процедуры БОС, на всех сроках отмечалась статистически значимая разница в плане более выраженного уменьшения болевого синдрома по сравнению с динамикой симптомов у пациентов контрольной группы ( $p < 0,001$ ). Этот результат сохранялся на протяжении всего периода наблюдения (табл. 2).

В таблице 3 представлена динамика амплитуды движений в оперированном суставе в сагиттальной плоскости (сгибание-разгибание).

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что у больных основной группы прирост амплитуды сгибательно-разгибательных движений в оперированном тазобедренном суставе был более выраженным, чем у больных контрольной группы, не получавших процедуры БОС. Это связано с тренирующим эффектом БОС-процедур, а также с более выраженным уменьшением болевого синдрома и улучшением психологического статуса у больных основной группы ( $p < 0,001$ ). Аналогичные результаты отмечены при измерении амплитуды движений во фронтальной плоскости (отведение бедра) и по вертикальной оси (ротационные движения). Отмеченная статистически значимая разница объясняется тем, что метод БОС позволяет целенаправленно проводить тренировку мышц, осуществляющих движение в прооперированном суставе.

Результаты электромиографического исследования в виде динамики амплитудных (А) и частотных (f) ЭМГ показателей четырехглавой мышцы бедра (на оперированной стороне) приведены в таблице 4.

Таблица 1/Table 1

**Количество наблюдений в разные сроки после операции  
Observations in various time stages after the procedure**

Группа Group	Срок наблюдения/Follow up									
	до операции preoperative		перед выпиской at discharge		через 3 месяца 3 months postoperative		через 6 месяцев 6 months postoperative		через 12 месяцев 12 months postoperative	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Основная Test	82	100,0	82	100,0	69	84,1	58	70,7	48	58,5
Контрольная Control	72	100,0	72	100,0	63	87,5	50	69,4	43	59,7

Таблица 2/Table 2

**Динамика болевого синдрома по ВАШ, баллы (M±m)/Pain dynamics, VAS, score (M±m)**

Группа Group	Срок наблюдения/Follow up				
	до операции preoperative	перед выпиской* at discharge*	через 3 месяца* 3 months postoperative*	через 6 месяцев* 6 months postoperative*	через 12 месяцев* 12 months postoperative*
Основная Test	8,6±2,1	2,8±0,7	2,5±0,6	2,3±0,5	2,4±0,6
Контрольная Control	8,5±2,0	3,6±0,8	2,9±0,5	2,7±0,5	2,6±0,7

\* –  $p < 0,001$ .

Таблица 3/Table 3

**Динамика амплитуды движений в оперированном суставе, град. (M±m)  
ROM in operated hip, degree (M±m)**

Группа Group	Срок наблюдения/Follow up				
	до операции preoperative	перед выпиской* at discharge*	через 3 месяца* 3 months postoperative*	через 6 месяцев* 6 months postoperative*	через 12 месяцев* 12 months postoperative*
Основная Test	48,5±22,4	92,4±14,5	110,2±13,1	118,1±12,5	117,9±11,8
Контрольная Control	50,1±20,9	81,7±15,4	95,9±14,2	101,6±13,5	105,0±12,5

\* – p&lt;0,001.

Таблица 4/Table 4

**Динамика показателей ЭМГ четырехглавой мышцы бедра (M±m)  
EMG dynamics of quadriceps muscle (M±m)**

Срок/Timeline	Основная группа/Test group		Контрольная группа/Control group	
	A (мкВ) A (microvolt)	f (кГц)	A (мкВ) A (microvolt)	f (кГц)
До операции Preoperative	44,2±11,0	5,09±1,03	45,6±11,8	5,17±1,17
Перед выпиской At discharge	91,3±12,5*	7,83±1,82	67,6±10,7	6,96±1,80
Через 3 месяца 3 months postoperative	98,5±11,8*	7,93±1,75	74,5±9,1	7,02±1,86
Через 6 месяцев 6 months postoperative	96,2±12,0*	7,90±1,70	74,0±8,9	7,15±1,76
Через 12 месяцев 12 months postoperative	97,5±12,7*	7,88±1,69	71,9±8,1	7,18±1,77

\* – p&lt;0,001 (по сравнению с контрольной группой/as compared to control group).

При количественной оценке данных ЭМГ было отмечено, что в целом у больных обеих групп увеличилась амплитуда и частота биопотенциалов обследованных мышц, однако степень улучшения этих показателей была статистически значимо более выражена у больных, получивших процедуры БОС (p<0,001). Так, амплитуда мышечных сокращений увеличилась к выписке из стационара у больных основной группы в среднем с 44,2±11,0 до 91,3±12,5 мкВ, т.е. в 2,1 раза, а у больных контрольной группы – с 45,6±11,8 до 67,6±10,7 мкВ, т.е. только в 1,5 раза (p<0,05). Частота сокращений мышечных волокон увеличилась с 5,09±1,03 до 7,83±1,82 кГц (в 1,5 раза) и с 5,17±1,17 до 6,96±1,80 кГц (в 1,3 раза). При динамическом наблюдении в течение года было установлено, что улучшенные в результате проведенного лечения амплитудные и частотные характеристики показателей ЭМГ сохраня-

ли свои значения на протяжении всего периода наблюдения. При этом амплитудные показатели у больных основной группы имели статистически значимые различия с аналогичными показателями у больных контрольной группы (p<0,001). Следует отметить, что аналогичная динамика ЭМГ показателей наблюдалась на двуглавой и среднегодичной мышцах.

Как показали результаты исследования, до оперативного лечения смещение центра тяжести отмечалось у всех пациентов обеих групп (рис. 2). Степень выраженности была различной: от +76/-35 мм по вертикальной оси (максимальное значение) до +12/-5 мм (минимальное значение) и от +48/-36 мм (максимальное значение) по горизонтальной оси до +4/-6 мм (минимальное значение). Такая разница объясняется различной длительностью течения заболевания и тяжестью имеющихся клинических симптомов.

Перед выпиской, то есть после операции и курса реабилитации, у пациентов также отмечалось смещение центра тяжести, но в меньшей степени, чем перед началом лечения (рис. 3). Следует отметить, что полностью устранить смещение не удалось ни в одном случае. У пациентов основной группы отмечалось более успешное его выравнивание, что объясняется использованием метода БОС, который позволяет тренировать не только пораженные мышцы, но и мышцы-антагонисты. Средние цифровые показатели смещения центра тяжести у пациентов основной и контрольной групп представлены в таблице 5.

Необходимо отметить, что специально тренировок, направленных на коррекцию смещения центра тяжести, во время сеансов БОС по ЭМГ у пациентов основной группы не проводи-

лось, а все полученные различия в показателях стабилотрии можно объяснить тренировкой мускулатуры и уменьшением болей в оперированном тазобедренном суставе.

Для оценки показателей качества жизни (КЖ) пациентов, перенесших ЭП ТБС, мы использовали короткую версию опросника SF-36. При этом были выявлены статистически значимые различия между показателями КЖ в основной и контрольной группах по шкалам физического функционирования, ролевого физического функционирования, психического здоровья, жизнеспособности, ролевого эмоционального функционирования, социального функционирования. Количественные показатели по этим шкалам у пациентов основной группы превышали аналогичные показатели в контрольной группе ( $p < 0,001$ ).

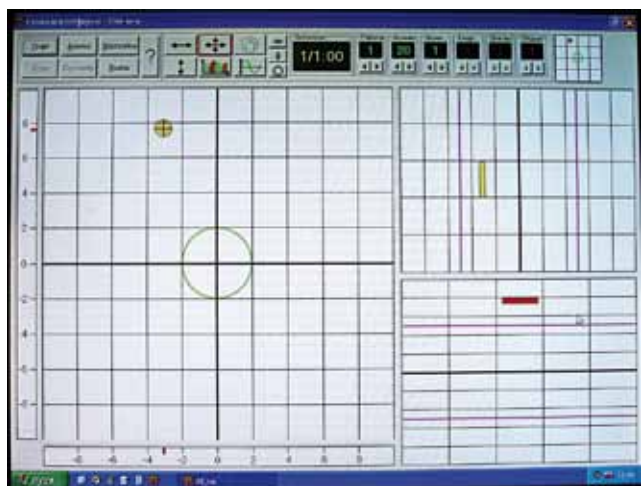


Рис. 2. Смещение центра тяжести до операции  
Fig. 2. Gravity center displacement before the surgery

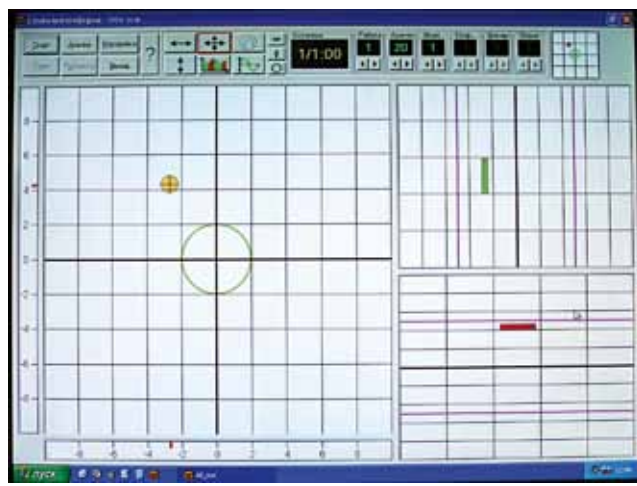


Рис. 3. Смещение центра тяжести после операции  
Fig. 3. Gravity center displacement after the surgery

Таблица 5/ Table 5

**Динамика показателей стабилотрии (смещение центра тяжести), мм**  
**Dynamics of stabilometrics (gravity center displacement), mm**

Срок /Timeline	Основная группа/Test group		Контрольная группа/Control group	
	Ось Н/Axis H	Ось S/Axis S	Ось Н/Axis H	Ось S/Axis S
До операции Preoperative	+34,2/-18,5	+45,1/-21,0	+33,3/-19,1	+46,7/-21,8
Перед выпиской At discharge	+18,7/-12,4*	+23,6/-13,2*	+25,8/-14,2	+35,3/-15,9
Через 3 месяца 3 months postoperative	+15,3/-10,2*	+19,8/-11,6*	+21,7/-12,9	+27,5/-14,3
Через 6 месяцев 6 months postoperative	+14,2/-9,5	+17,1/-10,1*	+17,4/-11,0	+23,7/-12,8
Через 12 месяцев 12 months postoperative	+12,9/-10,1	+15,5/-9,8	+15,0/-10,6	+19,4/-11,2

\* –  $p < 0,05$  (по сравнению с контрольной группой/as compared to control group).



Помимо анализа каждой группы анкет, мы провели суммарный подсчет показателей КЖ в основной и контрольной группах пациентов. Эту оценку проводили путем деления суммы баллов по всем разделам на общее количество ответов. Полученные данные представлены в таблице 6.

Как видно из таблицы 6, восстановление показателей КЖ было более выраженным у пациентов, получавших в комплексе лечения процедуры БОС, чем у больных контрольной группы ( $p < 0,05$ ). Эти различия в степени улучшения КЖ отмечалось на протяжении всего периода наблюдения за больными.

### Обсуждение

Операция эндопротезирования в последние десятилетия является одним из основных методов анатомо-функциональной коррекции пациентов с заболеваниями и травмами тазобедренного сустава. Однако нередко встречающиеся осложнения, сохранение болевого синдрома и контрактуры конечности, часто связанные с отсутствием адекватной реабилитации, могут полностью нивелировать результаты лечения [13]. Для профилактики такого рода осложнений необходимо применение активных методов восстановления с привлечением новых методик [8, 10].

Биологическая обратная связь как новый дополнительный метод реабилитации, по данным разных авторов, может в значительной мере повысить эффективность проведенного лечения, особенно в раннем послеоперационном периоде,

однако требует дополнительного оборудования и квалифицированных специалистов [1, 5, 6].

В настоящей работе с помощью объективного статистического анализа была доказана целесообразность применения методики БОС. В основной группе отмечался более ранний регресс болевого синдрома (на  $5 \pm 0,9$  дней). Восстановление функции мышц оперированной конечности происходило также в более ранние сроки (на  $14 \pm 1,1$  дней), что подтверждается более высокими показателями биоэлектрической активности мышц, более ранним выравниванием центра массы тела, так как метод БОС обладает выраженным влиянием на сократительную активность мышц, улучшает трофику тканей, взаимоотношения мышц-антагонистов, в том числе и за счет регуляции их правильной работы. Это влечет за собой более раннюю активизацию пациента и, соответственно, значимое улучшение психоэмоционального статуса.

Сравнение биоэлектрических характеристик выявило значительное улучшение ЭМГ картины исследуемых мышц в основной группе больных: более чем в 2 раза возросла амплитуда сокращений, при этом она по своей структуре приближалась к характеру ЭМГ, наблюдавшейся в мышцах симметричной, относительно здоровой конечности. Кроме того, на основании ЭМГ исследования было установлено, что проведенное комплексное лечение за счет действия использованных физических и функциональных факторов привело у больных обеих групп к улучшению качественных характеристик.

Таблица 6/ Table 6

### Динамика показателей качества жизни/Life quality dynamics, score

Срок/Timeline	Основная группа/Test group				Контрольная группа/Control group			
	Сумма баллов Total score	Кол-во ответов Number of answers	Средний балл Average score	%	Сумма баллов Total score	Кол-во ответов Number of answers	Средний балл Average score	%
До операции Preoperative	10642	3240	3,28	73,7	8270	2520	3,28	73,7
Перед выпиской At discharge	4902	3060	1,60	36,0	4563	2304	1,98	44,5
Через 3 месяца 3 months postoperative	3719	2700	1,38	30,9	3408	2016	1,69	37,9
Через 6 месяцев 6 months postoperative	3020	2448	1,23	27,7	2660	1836	1,45	32,5
Через 12 месяцев 12 months postoperative	2733	2196	1,24	27,9	2325	1656	1,40	31,5



**Выводы**

1. Проведение у больных, перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава, комплексного физио-функционального восстановительного лечения в виде физиотерапевтических процедур, массажа и ЛФК в раннем послеоперационном периоде значительно снижает болевой синдром, позволяет существенно увеличить амплитуду движений в оперированном суставе, улучшить биоэлектрические и функциональные показатели мышц нижних конечностей и улучшить в целом качество жизни пациентов.

2. Включение в комплекс реабилитационного лечения метода биологической связи приводит к ускорению восстановительных процессов в тканях оперированной конечности, позволяет сократить сроки лечения больных и быстрее вернуться в привычную для себя обстановку, к исходному уровню бытовой независимости, двигательной, социальной и профессиональной активности.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Литература**

- Грехов Р.А., Сулейманова Г.П., Харченко С.А., Адамович Е.И. Психофизиологические основы применения лечебного метода биологической обратной связи. *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки*. 2015;(3):87-96.
- Жирнов В.А., Романченко Ю.С., Шиман А.Г., Марченкова М.И. Восстановительное лечение в раннем послеоперационном периоде после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2006;(4):180-183.
- Жирнов В.А., Мальцев С.И., Шевченко С.Б. Реабилитация больных после эндопротезирования тазобедренного сустава. В кн.: *Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава*. СПб.; 2008. с. 314-321.
- Ивановский Ю.В., Сметанкин А.А. Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации. *Биологическая обратная связь*. 2000;(1):2-9.
- Конева Е.С., Лядов К.В., Шаповаленко Т.В., Серебряков А.Б. Восстановление стереотипа ходьбы с использованием роботизированного устройства у пациентов после тотального эндопротезирования коленных суставов. *Травматология и ортопедия России*. 2013;(2):31-38.
- Конева Е.С. Эффективность восстановления стереотипа ходьбы у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава методом аппаратной биологической обратной связи – видеореконструкции. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2015;(6):23-29.
- Неверов В.А., Селезнёва Т.С. Эндопротезирование тазобедренного сустава и реабилитация больных. СПб., 2004. 44 с.
- Нефедова Н.В., Тимофеева Ю.И. Диагностика и коррекция биомеханических нарушений опорно-двигательного аппарата методом биологической обратной связи в физической реабилитации и спорте. *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2015;(2):99-108.
- Пинчук Д.Ю., Дудин М.Г. Биологическая обратная связь по электромиограмме в реабилитации двигательных расстройств. СПб.: Человек; 2004. 107 с.
- Полякова А.Г., Карева О.В., Новиков А.В. Современные аспекты комплексной реабилитации больных после эндопротезирования крупных суставов нижних конечностей. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2013;(3):41.
- Тихилов Р.М., Цыбин А.В., Сивков В.С. Сравнительная характеристика различных методик ревизионной артропластики при асептической нестабильности вертлужного компонента эндопротезов тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2007;(1):5-11.
- Холяева О.В., Голубкова Т.В., Афанасьевская Е.А., Гордиенко О.В., Федосенко Е.В. Физическая реабилитация после высокотехнологических операций тотального эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов. *Прикладные информационные аспекты медицины*. 2016;19(2):139-142.
- Шильников В.А., Тихилов Р.М., Денисов А.О. Болевой синдром после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2008;(2):106-109.

**References**

- Grekov R.A., Suleimanova G.P., Kharchenko S.A., Adamovich E.I. [Psychophysiological foundation for the use of medical biofeedback] *Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya 11: Estesvennyye nauki* [Bulletin of Volgograd State University. Series 11: Natural Sciences]. 2015;(3):87-96 (in Russ.).
- Zhirnov V.A., Romanchenko Ju.S., Shiman A.G., Marchenkova M.I. [Rehabilitation in the early postoperative period after hip replacement]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina* [Preventive and Clinical Medicine]. 2006;(4):180-183 (in Russ.).
- Zhirnov V.A., Mal'cev S.I., Shevchenko S.B. [Rehabilitation of patients after hip replacement]. In: *Rukovodstvo po endoprotezirovaniyu tazobedrennogo sustava* [The Guide for Hip Replacement]. SPb.; 2008. 323 p. (in Russ.).
- Ivanovskii Ju.V., Smetankin A.A. [The principles of biofeedback in the medical rehabilitation]. *Biol. Obratnaya Svjaz'* [Biofeedback]. 2000;(1):2-9 (in Russ.).
- Koneva E.S., Lyadov K.V., Shapovalenko T.V., Serebryakov A.B. [Restoration of the ambulation stereotype using robotic devices in patients after total knee arthroplasty] *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(2):31-38 (in Russ.).
- Koneva E.S. [Efficiency of restoration of ambulation stereotype in patients after hip replacement by biofeedback – vision reconstruction]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury* [Problems of Balneology, Physiotherapy and Medical Physical Culture]. 2015;(6):23-29 (in Russ.).
- Neverov V.A., Selezniyova T.S. Endoprotezirovanie tazobedrennogo sustava i rehabilitatsiya bol'nykh [Hip Arthroplasty and Rehabilitation of Patients]. SPb., 2004; 44 p. (in Russ.).
- Nefedova N.V., Timofeyeva Yu.I. [Diagnostics and correction of biomechanical disorders of musculoskeletal system by biofeedback in physical rehabilitation and sports]. *Uchenyye*

- zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Lesgaft University Memoirs]. 2015;(2):99-108 (in Russ.).
9. Pinchuk D.Ju., Dudin M.G. Biologicheskaja obratnaja svjaz' po jelektromiogramme v reabilitacii dvigatel'nyh rasstrojstv [Biofeedback for Electromyogram in the Rehabilitation of Movement Disorders]. SPb: Chelovek; 2004. 107 p. (in Russ.).
  10. Polyakova A.G., Kareva O.V., Novikov A.V. [Modern aspects of complex rehabilitation of patients after large joint arthroplasty of lower extremities]. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya* [Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation]. 2013;(3):41 (in Russ.).
  11. Tikhilov R.M., Tsybin A.V., Sivkov V.S. [Comparative characteristics of various techniques of revision arthroplasty at acetabular component aseptic loosening in hip replacement] *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2007;(1):5-11 (in Russ.).
  12. Kholyayeva O.V., Golubkova T.V., Afanas'yevskaya E.A., Gordiyenko O.V., Fedosenko E.V. [Physical rehabilitation after the high-tech surgeries of total knee and hip arthroplasty]. *Prikladnyye informatsionnyye aspekty meditsiny* [Applied Information Aspects of Medicine] 2016;19(2):139-142 (in Russ.).
  13. Shil'nikov V.A., Tikhilov R.M., Denisov A.O. [Pain after total hip arthroplasty]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2008;(2): 106-109 (in Russ.).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Василькин Алексей Константинович* – канд. мед. наук заместитель главного врача по медицинской реабилитации ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Шапарюк Сергей Иванович* – канд. мед. наук заведующий отделением восстановительной медицины ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Шевченко Сергей Борисович* – д-р мед. наук, профессор проректор по научной деятельности ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

*Денисов Алексей Олегович* – канд. мед. наук Ученый секретарь, заведующий научным отделением патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Aleksey K. Vasil'kin* – Cand. Sci. (Med) Deputy Chief Physician For Medical Rehabilitation, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Sergey I. Shaparyuk* – Cand. Sci. (Med) Head of Rehabilitation Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Sergey B. Shevchenko* – Dr. Sci. (Med) Professor Vice-Rector For Research, The First Sechenov Moscow State Medical University

*Alexey O. Denisov* – Cand. Sci. (Med), Academic Secretary, Head of Hip Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics