

DOI: 10.38025/2078-1962-2020-96-2-33-40

УДК: 616.71-008.1

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕХАНОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ КОРРЕКЦИИ ДЕФИЦИТА СИЛЫ МЫШЦ ГЛУБОКОЙ СТАБИЛИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОЗВОНОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНКОВ НА ФОНЕ ОСТЕОПОРОЗА

Макарова Е.В., Марченкова Л.А., Еремушкин М.А., Стяжкина Е.М., Чесникова Е.И., Разваляева Д.В.  
Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** оценить влияние нового комплекса физической реабилитации с применением механотерапевтических методов на силу мышц спины у пациентов с переломами позвонков (ПП) на фоне остеопороза (ОП).  
**Материал и методы:** В исследование включено 90 пациентов (6 мужчин и 82 женщины) в возрасте 40-80 лет (средний возраст 65,4±9,1 лет), перенесших патологические ПП на фоне системного ОП. Методом простой рандомизации в соотношении 2:1 пациенты были разделены на две группы: вмешательства (n=60) и контроля (n=30). Группа вмешательства (№1) получала комплексный курс реабилитации, включавший: 1) тренировку мышц спины на тренажере Back Therapy Center (Dr.Wolff, Германия), №10; 2) сенсомоторную тренировку на тренажере КОБС (Physiomed, Германия), №10; 3) гидрокинезиотерапию в бассейне, №15; 4) лечебную физкультуру по методике Гориневской-Древинг, №10. Группа контроля (№2) получала только лечебную физкультуру по методике Гориневской-Древинг. Перед включением в исследование, в динамике после завершения реабилитации (через 3 недели) и через 1 месяц последующего наблюдения всем пациентам (n=90) была проведена тензодинамометрия силы мышц туловища на аппарате BackCheck (Dr.Wolff, Германия).

**Результаты:** После завершения реабилитации в группе №1 значительно улучшились показатели мышечной силы в разгибателях спины (РС) – Δ+5,8±10,3 кг (p<0,001), сгибателях спины (СС) – Δ+4,2±6,4 кг (p<0,001), в левых боковых сгибателях (ЛБС) – Δ+4,8±7,2 кг (p<0,001), в правых боковых сгибателях (ПБС) – Δ+4,6±4,8 кг (p<0,01). Параллельно отмечалось уменьшение дефицита силы всех мышц туловища (p<0,001 для РС и СС, p<0,05 для ЛБС, p<0,01 для ПБС). Достигнутый эффект сохранялся в течение месяца последующего наблюдения. В группе №2 положительная динамика силы наблюдалась через 3 недели только в РС и СС (p<0,05), однако через месяц наблюдения сила всех исследуемых мышц не отличалась от исходных значений (p>0,05).

**Выводы:** Новый 3-недельный комплекс физической реабилитации с применением механотерапевтических методов способствует эффективному приросту силы и восполнению дефицита силы всех мышц туловища у пациентов с ПП на фоне системного ОП. Достигнутый результат сохраняется в течение, как минимум, месяца после завершения терапии.

**Ключевые слова:** остеопороз, переломы позвонков, физическая реабилитация, мышечная сила, глубокая стабилизационная система позвоночника.

**Для цитирования:** Макарова Е.В., Марченкова Л.А., Еремушкин М.А., Стяжкина Е.М., Чесникова Е.И., Разваляева Д.В. Эффективность механотерапевтических методов при коррекции дефицита силы мышц глубокой стабилизационной системы позвоночника у пациентов с переломами позвонков на фоне остеопороза. Вестник восстановительной медицины. 2020; 96 (2): 33-40. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-96-2-33-40>

## THE EFFECTIVENESS OF MECHANOTHERAPEUTIC METHODS FOR SPINE DEEP STABILIZATION SYSTEM TRAINING IN PATIENTS WITH OSTEOPOROTIC VERTEBRAL FRACTURES

Makarova E.V., Marchenkova L.A., Eremushkin M.A., Styazkina E.M., Chesnikova E.I., Razvalyaeva D.V.  
National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

The aim of the study was to estimate the effect of new physical rehabilitation complex using of mechanotherapeutic methods on spine muscle strength in patients with osteoporosis (OP) and vertebral fractures (VF).

**Material and methods:** Study comprised of 90 osteoporotic patients aged 50-80 years old (65.4±9.1 years) with OP VFs who were randomized as 2:1 into intervention group (group1, n=60) and control group (group2, n=30). Patients in group 1 received an intensive rehabilitation course including back muscle training with mechanical loads #10; sensorimotor training on double unstable platform #10; kinesiohydrotherapy in a pool #15; physical exercises in a gym #10. Group 2 was

prescribed only physical exercises in a gym #15. All patients undergo tenzodynamometry on BackCheck diagnostic unit (Dr. Wolff, Germany) at baseline, in 3 weeks at the end of rehabilitation course and in a month of follow-up.

**Results:** In group 1 after the rehabilitation course muscle strength improved in trunk extensors (TE) from  $15.8 \pm 10.1$  to  $21.7 \pm 13.1$  kg ( $p < 0.001$ ), trunk flexors (TF) from  $14.5 \pm 9.1$  to  $18.9 \pm 10.2$  kg ( $p < 0.001$ ), left lateral flexors (LLF) from  $12.8 \pm 7.2$  to  $17.5 \pm 9.6$  kg ( $p < 0.001$ ) and right lateral flexors (RLF) from  $13.2 \pm 7.1$  to  $17.8 \pm 9.2$  kg ( $p < 0.01$ ). Strength deficiency significantly decreased in all muscles ( $p < 0.001$  for TE and TF,  $p < 0.05$  for LLF,  $p < 0.01$  for RLF). The achieved effect lasted for a month of follow-up. In group 2 positive dynamics of strength was observed after 3 weeks only in TE and TF ( $p < 0.05$ ), however, after a month of observation, the strength of all the studied muscles did not differ from the baseline ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** The new 3-week complex of physical rehabilitation using of mechanotherapeutic methods lead to increase of spine muscle strength and improvement of muscle strength deficiency in patients with osteoporotic VFs. Rehabilitation effect lasts for at least a month after the treatment completion.

**Keywords:** osteoporosis, vertebral fractures, physical rehabilitation, muscle strength, spine deep stabilization system.

**For citation:** Makarova E.V., Marchenkova L.A., Eremushkin M.A., Styazkina E.M., Chesnikova E.I., Razvalyaeva D.V. The effectiveness of mechanotherapeutic methods for spine deep stabilization system training in patients with osteoporotic vertebral fractures. Bulletin of rehabilitation medicine. 2020; 96 (2): 33-40. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-96-2-33-40>

## Введение

Компрессионные переломы позвонков (ПП) у пациентов с остеопорозом (ОП) ассоциируются со значимыми медико-социальными последствиями, негативно влияющими на качество жизни, физическую и социальную активность [1]. К таким осложнениям относятся: выраженный болевой синдром в спине, ограничение двигательной активности, нарушение осанки, баланса и статики, а также снижение силы мышц глубокой стабилизационной системы позвоночника [2,3,4]. Эти клинические проявления тесно связаны с развитием симптомов саркопении и формированием патологического гиперкифоза грудного отдела позвоночника, ассоциирующимися с повышением риска падений и развитием новых патологических переломов [5,6].

Концепция физической реабилитации претерпевает большие изменения и значимая роль на сегодняшний день в ней отводится мультидисциплинарному подходу и мультидисциплинарным бригадам (МДБ) [7,8]. МДБ, работающая с пациентами с ОП, должна включать в себя специалиста по физической реабилитации (физического терапевта), специалиста по эргореабилитации (эрготерапевта), клинического психолога, медсестру по медицинской реабилитации, социального работника. Члены МДБ работают в тесном контакте с другими врачами-специалистами – травматологом-ортопедом, ревматологом, эндокринологом, геронтологом, акушером-гинекологом, неврологом, терапевтом [9]. При вовлечении в процесс такого большого количества специалистов очень важно взаимопонимание и формирование единого подхода в работе с пациентом.

Одной из актуальных задач МДБ при проведении реабилитационных мероприятий у пациентов с ОП и связанными с ним компрессионными ПП является поиск новых эффективных физических методов и составление безопасных и действенных реабилитационных программ, направленных на восстановление мышечной силы, функции баланса и показателей качества жизни [1,10-13]. Однако доказательная база эффективности разных методов реабилитации таких пациентов крайне недостаточна и разнородна [1,3,5,14-17]. Так, доказана польза физических нагрузок для повышения прочности костной ткани, но нет единого мнения – какие упражнения будут давать наибольший терапевтический эффект при низком риске осложнений. Некоторые авторы рекомендуют комплексы, включающие, как силовые, так и координационные

(постуральные) тренировки [15,16]. Однако в целом, концепция физической реабилитации пациентов с остеопорозными ПП пока не разработана.

Целью данного исследования была оценка влияния нового комплекса физической реабилитации с применением механотерапевтических методов на силу мышц спины у пациентов с ПП на фоне системного ОП.

## Материал и методы

В исследование включили 90 пациентов (6 мужчин и 82 женщины) в возрасте 40-80 лет (средний возраст  $65,4 \pm 9,1$  лет), которым была рекомендована медицинская реабилитация по поводу перенесенного ПП на фоне системного ОП. *Критериями включения* были наличие минимум одного патологического компрессионного ПП по критериям Н. Genant [18,19], подтвержденным рентгенологически и давностью не более 12 месяцев, и показатели минеральной плотности кости (МПК) по Т-критерию в поясничном сегменте позвоночника L1-L4 или проксимальном отделе бедренной кости  $\leq -2,0$ . *Критериями исключения* считали отказ (или невозможность) пациента подписать добровольное информированное согласие на участие в исследовании, возраст моложе 40 лет, беременность, лактация, кахексия любого происхождения, заболевания или лекарственная терапия, отрицательно влияющие на двигательные способности и мышечную силу.

Методом простой рандомизации в соотношении 2:1 пациенты были разделены на две группы. Группа вмешательства (группа 1,  $n=60$ ) получала новый комплексный курс физической реабилитации, включавший: 1) тренировку мышц спины с биологической обратной связью на комплексе тренажеров Back Therapy Center (Dr. Wolff, Германия), №10; 2) сенсомоторную тренировку на двойной нестабильной платформе КОБС (Physiomed, Германия), №10; 3) гидрокинезиотерапию в спортивном бассейне, №15; 4) лечебную физкультуру в зале в группе, по методике Гориневской-Древинг, широко применяемой для пациентов с травматическими компрессионными переломами, №10.

Пациентам из группы сравнения (группа 2,  $n=30$ ) были назначены только групповые занятия лечебной физкультурой по методике Гориневской-Древинг, №15.

Комплекс обследования пациентов в обеих группах включал клинический осмотр, сбор анамнеза, расчет абсолютного 10-летнего риска переломов при помощи международного инструмента-расчета FRAX®, проведение

костной денситометрии на денситометре «Lunar Prodigy» (General Electric) с определением МПК (в г/см<sup>2</sup> и в виде выраженного в стандартных отклонениях Т-критерия) в позвоночном сегменте L1-L4 и проксимальном отделе бедренной кости. Силу мышц глубокой стабилизационной системы позвоночника в сгибателях спины (СС), разгибателях спины (РС), левых (ЛБС) и правых боковых сгибателях (ПБС) определяли с помощью тензодинамометрии на диагностическом аппарате BackCheck (Dr. Wolff, Германия), определяющим абсолютную силу мышц в кг и ее рекомендованные значения для конкретного пола, возраста и веса. Мышечные и двигательные функции оценивали с помощью функционального теста «Встань и иди», десятиметрового теста ходьбы, тестов на выносливость мышц спины и живота к статической и динамической нагрузке, тестов на силу мышц спины и живота, тестов на гибкость [20]. Тензодинамометрию и функциональные тесты проводили у пациентов в обеих группах в динамике после завершения реабилитации (через 3 недели после включения в исследование) и через месяц динамического наблюдения после окончания курса реабилитации.

Статистический анализ выполнен в программе Microsoft Statistica 10.0 с использованием параметрических и непараметрических методов. Значения показателей приведены в виде среднего и стандартного отклонения  $M \pm m$  при правильном распределении или в виде медианы и 25-го и 75-го квартилей  $Me [25\%;75\%]$  при неправильном. Для парных сравнений показателей в независимых выборках применяли t-критерий Стьюдента или критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони. Для сравнения значений в зависимых выборках использовали критерий Вилкоксона или t-критерий Стьюдента. При проверке статистических гипотез критический уровень значимости принимался равным 0,05.

### Результаты

Исследуемые группы после рандомизации были сопоставимы по возрасту, индексу массы тела, количеству ПП и минеральной плотности костной ткани ( $p > 0,05$ ). Базовые характеристики групп представлены в табл. 1.

До начала лечения не было выявлено статистически значимых различий средних значений силы исследуемых мышц спины между группой вмешательства и сравнения ( $p > 0,05$ , табл. 2). При этом, исходные показатели мышеч-

ной силы были ниже рекомендуемых значений в обеих группах (табл. 2).

Через 3 недели реабилитации в группе 1 сила мышц РС повысилась до  $21,7 \pm 13,1$  кг ( $\Delta + 5,9 \pm 3,0$ ,  $p < 0,001$ ), СС – до  $18,9 \pm 10,2$  кг ( $\Delta + 4,3 \pm 1,3$ ,  $p < 0,001$ ), ЛБС – до  $17,5 \pm 9,6$  кг ( $\Delta + 4,4 \pm 2,4$ ,  $p < 0,001$ ), ПБС до  $17,8 \pm 9,2$  кг ( $\Delta + 4,4 \pm 1,8$ ,  $p < 0,001$ ). Дефицит мышечной силы при этом уменьшился в РС до  $-15,8 \pm 25,8\%$  ( $p < 0,001$ ) и в СС до  $+6,6 \pm 57,5\%$  ( $p < 0,001$ ), но значимо не изменился в ЛБС ( $-7,9 \pm 24,4$  и  $-10,9 \pm 21,4\%$ , соответственно,  $p = 0,53$ ) и в ПБС ( $-7,6 \pm 21,1$  и  $-9,9 \pm 17,2\%$ ,  $p = 0,50$ ), см. табл. 2.

В группе сравнения после завершения курса реабилитации наблюдалось увеличение силы только РС до  $17,0 \pm 11,0$  кг ( $\Delta + 1,9 \pm 3,6$ ,  $p = 0,03$ ) и СС до  $16,2 \pm 8,9$  кг ( $\Delta + 0,32 \pm 2,1$ ,  $p = 0,02$ ), ЛБС ( $p = 0,19$ ) и ПБС ( $p = 0,2$ ). Показатели силы СС и ЛБС в группах вмешательства и контроля достоверно отличались после завершения реабилитационного лечения ( $p = 0,03$  и  $0,04$  соответственно, табл. 2).

Через 1 месяц динамического наблюдения после окончания курса реабилитации в группе вмешательства сохранялся достигнутый эффект реабилитации: сила РС составила  $20,5 \pm 11,7$  кг ( $p = 0,000$  в сравнении со значениями до лечения,  $p = 0,56$  в сравнении со значениями после окончания терапии), СС =  $20,2 \pm 11,8$  кг ( $p < 0,001$  и  $p = 0,26$ , соответственно), ЛБС =  $15,6 \pm 8,1$  кг ( $p = 0,007$  и  $p = 0,06$ , соответственно), ПБС =  $16,6 \pm 9,5$  кг ( $p = 0,002$  и  $p = 0,26$ , соответственно). Значения дефицита мышечной силы составили в РС  $-20,2 \pm 45,2\%$  ( $p = 0,000$  в сравнении со значениями до лечения и  $p = 0,85$  в сравнении со значениями по окончании терапии), в СС  $-6,7 \pm 47,2\%$  ( $p < 0,001$  и  $p = 0,33$ , соответственно), в ЛБС  $-10,7 \pm 14,3\%$  ( $p = 0,30$  и  $p = 0,90$ , соответственно), в ПБС  $-6,6 \pm 12,5\%$  ( $p = 0,60$  и  $p = 0,22$ , соответственно), см. табл. 2.

По итогам динамического обследования, в группе сравнения средние значения силы всех исследуемых мышц и показатели дефицита мышечной силы ПБС и ЛБС были статистически значимо ниже, чем в группе активно-го вмешательства (табл. 2).

Базовые результаты функциональных тестов на оценку мышечных функций и кондиционных способностей пациентов до начала терапии в исследуемых группах были статистически равнозначны (табл. 3). Однако через 3 недели, после завершения курса реабилитации, наблюдались различия в динамике результатов тестов у пациен-

**Таблица 1.** Базовые характеристики групп вмешательства и сравнения  
**Table 1.** Базовые характеристики групп вмешательства и сравнения

Показатели	Группа 1, n=60	Группа 2, n=30	P
Мужчины/женщины (n)	4/56	3/27	
Возраст (годы)	65,4±7,1	65,5±7,8	0,94
Вес (кг)	74,8±14,2	75,9±13,2	0,16
Рост (см)	161,3±16,3	160,5±11,6	0,12
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	26,7±4,3	27,1±6,2	0,74
Количество переломов позвонков (n)	2,0 [1,0;9,0]	2,0 [1,0;7,0]	0,43
Абсолютный 10-летний риск основных остеопорозных переломов по FRAX (%)	23,0 [17,5;28,0]	20,4 [11,3;25,0]	0,15
Риск перелома бедренной кости по FRAX (%)	6,9 [3,6;9,3]	5,1 [2,2;7,9]	0,56
МПК L1-L4 (г/см)	0,859±0,13	0,949±0,29	0,14
МПК левая шейка бедра (г/см)	0,733±0,09	0,730±0,142	0,93
Т-критерий L1-L4	-2,5±0,86	-2,2±1,5	0,77
Т-критерий, левая шейка бедра	-2,1±0,57	-2,0±0,84	0,93

**Таблица 2.** Изменение абсолютных показателей и степени дефицита силы исследуемых групп мышц после курса реабилитации по данным тензодинамометрии**Table 2.** Changes in absolute indicators and strength deficiency degree in studied muscle groups after a rehabilitation course according to tensodynamometry

Исследуемые показатели	Этап исследования	Исследуемые группы	
		Группа 1	Группа 2
Сила РС (кг)	исходно	15,64±9,81	15,10±7,43
	через 3 недели	21,62±12,8†††	17,07±11,04†
	через 1 мес.	20,58±11,58††† **	14,00±3,38
Дефицит силы РС (%)	исходно	-40,93±39,19	-39,21±35,40
	через 3 недели	-15,94±52,27†††	-19,58±42,07†††
	через 1 мес.	-18,84±45,41††† *	-37,11±18,07
Сила СС (кг)	исходно	14,61±8,98	15,94±6,88
	через 3 недели	19,13±9,83†††	16,26±8,93†
	через 1 мес.	21,35±11,50††† **	13,72±4,37
Дефицит силы СС (%)	исходно	-18,12±46,63	-14,48±40,7
	через 3 недели	+8,72±55,92††† *	-1,12±45,4†††
	через 1 мес.	+17,35±53,62††† ***	-13,54±42,76
Сила ЛБС (кг)	исходно	13,10±7,29	13,29±5,62
	через 3 недели	17,59±9,32†††	14,98±6,91
	через 1 мес.	15,87±7,9† **	11,15±5,92†
Дефицит силы ЛБС (%)	исходно	-8,21±23,55	-10,37±18,69
	через 3 недели	-5,26±12,27 †	-6,03±7,77
	через 1 мес.	-7,09±14,08†	-12,30±6,8
Сила ПБС (кг)	исходно	13,44±7,43	13,34±5,36
	через 3 недели	16,91±9,32 ††	15,30±7,01
	через 1 мес.	14,75±9,04 †† **	12,52±7,23
Дефицит силы ПБС (%)	исходно	-8,42±17,02	-8,01±6,63
	через 3 недели	-6,89±12,27 ††	-7,33±4,64
	через 1 мес.	-7,92±20,32††	-10,05±13,83

**Примечание:** Различия между группами статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ :†  $p < 0,05$ , ††  $p < 0,01$ , †††  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем;\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  сравнение группой №2.**Note:** The differences between the groups are statistically significant for the values of the confidence coefficient  $p$ :†  $p < 0.05$ , ††  $p < 0.01$ , †††  $p < 0.001$  in comparison with the baseline;\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$  comparison by group #2.

тов разных групп. Так, в группе 1 статистически значимо возросла – статическая и динамическая выносливость мышц спины ( $p < 0,05$ ), а также динамическая выносливость мышц живота ( $p < 0,001$ ). Кроме того, улучшились показатели теста «Встань и иди» ( $p < 0,001$ ) и теста на скорость ходьбы ( $p < 0,001$ ), повысилась гибкость мышц спины при сгибании ( $p = 0,04$ ) и разгибании ( $p = 0,009$ ), сила мышц спины ( $p = 0,03$ ) и мышц живота ( $p < 0,001$ ), см. табл.3.

В отличие от группы вмешательства, в группе 2 через 3 недели не наблюдалось положительной динамики в тестах на статическую и динамическую выносливость мышц живота ( $p > 0,05$ ). Кроме того, через месяц после завершения курса реабилитации результаты ряда функциональных тестов были значимо выше в группе 1, по сравнению с группой 2: тестов на выносливость мышц спины

статическую – 10[23,2;33,5] против 0[7,3;14,1] сек ( $p < 0,001$ ) и динамическую – 2 [0;62] против 0 [0;25] раз ( $p = 0,008$ ), на выносливость мышц живота статическую – 5 [21,5;31,0] против 0 [8,4;16,2] сек ( $p < 0,001$ ) и динамическую – 6 [0;60] против 0[0;40] раз ( $p = 0,008$ ), теста «Встань и иди» – 9,3±3,2 против 11,9±5,4 сек ( $p = 0,001$ ), тестов на скорость ходьбы – 1,45±0,50 против 1,77±0,91 м/сек ( $p < 0,001$ ) и силу мышц живота – 4,0 [0;5] против 2,0 [0;5] баллов ( $p = 0,006$ ), см. табл.3.

В ходе курса реабилитации нежелательные эффекты возникли у 3-х пациентов из группы вмешательства (5%) и также у 2-х (6,7%) из группы сравнения. Нежелательные эффекты выражались в усилении болевого синдрома (2 человека в группе 1 (3,3%) и один в группе 2 (3,3%) и случаях новых переломов ребер (по 1 пациенту в каждой

**Таблица 3. Динамика результатов функциональных тестов в исследуемых группах**  
**Table 3. Dynamics of functional tests results in the study groups**

Функциональные тесты	Этап исследования	Исследуемые группы	
		Группа	Группа 2
Статическая выносливость мышц спины (сек)	исходно	0 [10,9;15,8]	0 [19,0;38,9]
	через 3 недели	0 [23,0;33,1] †	0 [9,8;21,8]
	через 1 мес.	10 [23,2;33,5] †††***	0 [7,3;14,1]
Статическая выносливость мышц живота (сек)	исходно	0 [13,9;20,1]	0 [9,9;20,2]
	через 3 недели	0 [23,6;33,9]	0 [28,3;56,6]
	через 1 мес.	5 [21,5;31,0] ††† ***	0 [8,4;16,2]
Динамическая выносливость мышц спины (раз)	исходно	0 [0;22]	0 [0;22]
	через 3 недели	0 [0;60] †	0 [0;70] ††
	через 1 мес.	2 [0;62] †† **	0 [0;25]
Динамическая выносливость мышц живота (раз)	исходно	0 [0;26]	0 [0;22]
	через 3 недели	6 [0;60] ††† ***	0 [0;40]
	через 1 мес.	2 [0;44] † **	0 [0;26]
Тест «Встань и иди» (сек)	исходно	11,0±4,9	12,1±5,9
	через 3 недели	9,13±3,18††† ***	9,4±7,9 †††
	через 1 мес.	9,3±3,2 ††† ***	11,9±5,4
Сила мышц спины (баллы)	исходно	2,0 [0;5]	3,0 [0;5]
	через 3 недели	3,0 [0;5] †††	3,0 [0;5] ††
	через 1 мес.	3,0 [1;5]	2,0 [0;5]
Сила мышц живота (баллы)	исходно	3,0 [0;5]	3,0 [0;5]
	через 3 недели	3,5 [0;5] †	3,0 [1;5] ††
	через 1 мес.	4,0 [0;5] †† **	2,0 [0;5]
Сгибание в спине (баллы)	исходно	1,0 [1;3]	1,0 [1;2]
	через 3 недели	1,0 [1;3] †	1,0 [1;2] ††
	через 1 мес.	1,0 [1;3]	1,0 [1;3]
Разгибание в спине (баллы)	исходно	1,0 [1;2]	1,0 [1;2]
	через 3 недели	1,0 [1;3] ††	1,0 [1;3] ††
	через 1 мес.	1,0 [1;3]	1,0 [1;3]
Тест на скорость ходьбы (м/сек)	исходно	1,81±0,88	1,78±0,73
	через 3 недели	1,48±0,62†††	1,50±1,01††
	через 1 мес.	1,45±0,50††† ***	1,77±0,91

**Примечание:** Различия между группами статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ :

†  $p < 0,05$ , ††  $p < 0,01$ , †††  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем;

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  сравнение с группой №2.

**Note:** The differences between the groups are statistically significant for the values of the confidence coefficient  $p$ :

†  $p < 0,05$ , ††  $p < 0,01$ , †††  $p < 0,001$  in comparison with the baseline;

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  comparison by group #2.

группе, 1,7% и 3,3% соответственно). Частота встречаемости достоверно не отличалась ( $p > 0,05$ ). Важно отметить, что все пациенты, у которых были зарегистрированы побочные эффекты отказались до госпитализации от приема базовой патогенетической терапии остеопороза.

### Обсуждение

Как показали наши проведенные ранее исследования [21,22], пациенты с ПП на фоне системного ОП имеют более низкий саркопенический индекс, массу и процент

содержания жировой ткани, в сравнении с пациентами с ОП такого же возраста с ОП, но без патологических переломов. Также было показано, что развитие ПП на фоне системного ОП ассоциируется со значимым снижением силы всех мышц туловища, причем самый выраженный дефицит силы отмечается в мышцах глубокой стабилизационной системы позвоночника РС и СС, где на фоне ПП формируется нефизиологическое распределение мышечной силы, равное 1:1, вместо 3:2, наблюдающееся в норме у лиц той же возрастной категории и у пациентов с

неосложненным ОП [10,22]. Важно, что сила мышц спины у пациентов с ОП обратно зависит от количества ПП, прямо связана с жировой массой и объемом скелетной мускулатуры, МПК поясничного отдела позвоночника [21].

Исходя из полученных результатов, представляется обоснованным и специфичным применение реабилитационных мероприятий, нацеленных на совершенствование функциональных способностей и укрепление мышечного корсета спины у данной категории пациентов. Как показали результаты данного исследования, предложенный новый комплекс реабилитации с использованием нескольких современных методов механо- и кинезиотерапии способен скорректировать имеющиеся двигательные нарушения и мышечный дефицит у лиц с остеопорозными ПП.

Через три недели реабилитации не только повышалась сила глубоких мышц спины и устранялся мышечный дефицит РС и СС, но восстанавливалось более физиологическое соотношение между РС и СС. Прирост силы мышц туловища подтверждался результатами использованных функциональных тестов на силу и выносливость мышц туловища – спины и живота. Улучшались и другие кондиционные способности – гибкость, выносливость, повышалась скорость ходьбы.

Новый реабилитационный комплекс в сравнении со стандартным комплексом физических упражнений, применяемым при ПП, интенсивней воздействовал на глубокие мышцы спины, особенно на СС, а также приводил к более выраженному повышению силы и выносливости мышц живота. Достигнутый эффект был выше, чем в группе сравнения, и сохранялся как минимум в течение четырех недель после окончания реабилитации, тогда как у пациентов, получавших только гимнастические упражнения, показатели мышечной силы через месяц вернулись к исходным.

В ранее проведенных работах было выявлено, что функциональные тесты недостаточно специфичны для выявления мышечной дисфункции у пациентов с патологическими переломами на фоне ОП и отражают скорее возраст-ассоциированные нарушения, нежели нарушения, связанные с ПП [20,21]. Однако, как показали результаты данной работы, функциональные тесты информативно отражают изменения функционального состояния пациентов с ПП на фоне медицинской реабилитации, и поэтому могут быть использованы для оценки эффективности реабилитационных мероприятий у данной категории больных.

Учитывая патологическую хрупкость костной ткани у пациентов с ОП, методы физической терапии, применяемые в медицинской реабилитации, могут сопровождать-

ся некоторым риском травматизации и падений [23]. Исследованный нами новый комплексный метод реабилитации с использованием механо- и кинезиотерапии у пациентов с остеопорозными ПП, ассоциировался с более низкой частотой нежелательных явлений, чем в группе сравнения (5% против 6,7%). Однако важно, что все зарегистрированные побочные явления были связаны с наличием сопутствующего ОП и отсутствием медикаментозной антиостеопоротической терапии, повышающей прочность кости и снижающей риск новых переломов [1,5,9,17]. Есть данные, что у пациентов с ОП и высокой вероятностью переломов, не получавших лечение ОП на момент поступления в реабилитационный стационар, снижается эффективность и длительность поддержания результатов реабилитационных мероприятий [24].

Таким образом, предложенный комплекс реабилитации пациентов с ПП на фоне системного ОП с применением механотерапевтических методов с биологической обратной связью, а также специальных комплексов лечебной физкультуры в зале и в бассейне, представляется более эффективным и безопасным, в сравнении со стандартным комплексом физических упражнений, обычно используемым у пациентов с ПП к клинической практике [25].

### Выводы

1. У пациентов с ПП на фоне системного ОП применение 3-недельного комплекса физической реабилитации, включающего механотерапевтические методы с биологической обратной связью и специальные комплексы лечебной физкультуры в зале и в бассейне, значительно повышает силу мышц спины, в том числе мышц глубокой стабилизационной системы позвоночника, а также способствует устранению имеющегося мышечного дефицита в сгибателях и разгибателях спины.
2. Применение нового реабилитационного комплекса улучшает показатели функциональных тестов на оценку функций, силы, статической и динамической выносливости разных групп мышц у пациентов, перенесших ПП на фоне ОП.
3. Достигнутый в процессе реабилитации клинический эффект сохраняется в течение как минимум 4-х недель после завершения терапии.
4. Новый комплексный метод медицинской реабилитации ассоциируется с низкой частотой побочных реакций (5%), однако для снижения вероятности травм, реабилитацию пациентов с ОП рекомендуется проводить на фоне базовой медикаментозной антиостеопоротической терапии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Parreira P.C.S., Maher C.G., Megale R.Z. An overview of clinical guidelines for the management of vertebral compression fracture: a systematic review. *Spine J.* 2017; 17(12): 1932 – 1938. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.07.174.
2. WHO Scientific Group on the Burden of Musculoskeletal Conditions at the Start of the New Millennium. The burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millennium. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2003; 919.
3. McGrath R.P., Kraemer W.J., Vincent B.M., Hall O.T., Peterson M.D.. Muscle Strength Is Protective Against Osteoporosis in an Ethnically Diverse Sample of Adults. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(9): 2586 – 2589. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002080
4. Rikonen T., Sirola J., Salovaara K.. Muscle strength and body composition are clinical indicators of osteoporosis. *Calcif Tissue Int.* 2012; 91(2): 131 – 138. DOI:10.1007/s00223-012-9618-1
5. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Еремушкин М.А./ Медицинская реабилитация пациентов с остеопорозом, осложненным переломами (монография). М., Торус пресс, 2019.
6. Peterka R.J., Black F.O.. Age-related changes in human posture control: sensory organization tests. *J Vestib Res* 1990-1991; (1): 73–85.
7. White Book on Physical and Rehabilitation Medicine in Europe. Introduction, Executive Summary and Methodology. *Eur J Rehabil Med.* 2018; 54(2): 125 – 155.
8. Богданова Е.Н., Лобанов А.А., Попов А.И. Социально-экономическая политика Российской Федерации в сфере охраны здоровья: вызовы и прогнозы. *Экономика и предпринимательство.* 2017; 9-3(86): 862 – 868.

9. Марченкова Л.А., Шакурова Л.Р., Тубекова М.А., Артамонова Н.М. Актуальные вопросы лечения и реабилитации пациентов с остеопорозом. М., 2019: 16 с.
10. Михайлов П.Р., Громов В.А. Соотношение показателей развития силы мышц сгибателей и разгибателей туловища как фактор предотвращения боли в поясничном отделе позвоночника. Экстремальная деятельность человека. 2017; 2(43): 21 – 24.
11. Хвостова С.А. Масса мышц, соединительной и жировой ткани в конечности после переломов. Современные проблемы науки и образования. 2011; №2. Электронный URL: www.science-education.ru/96-4580
12. Bączyk G., Samborski W., Jaracz K. Evaluation of the quality of life of postmenopausal osteoporotic and osteopenic women with or without fractures. Arch Med Sci. 2016; 12(4): 819 – 827. DOI: 10.5114/aoms.2015.55012
13. Еремушкин М.А., Стяжкина Е.М., Чесникова Е.И., Марченкова Л.А., Гусарова С.А. Эффективность реабилитации после компрессионных переломов позвонков на фоне остеопороза. Вестник восстановительной медицины. 2019; 1(89): 42 – 45.
14. Pfeifer M., Sinaki M., Geusens P., Boonen S., Preisinger E., Minne H. ASBMR Working Group on Musculoskeletal Rehabilitation. Musculoskeletal Rehabilitation in Osteoporosis: A Review. J Bone Miner Res. 2004; (19): 1208 – 1214.
15. Dionysiotis Y., Skarantavos G., Papagelopoulos P. Modern Rehabilitation in Osteoporosis, Falls, and Fractures. Clin Med Insights Arthritis Musculoskeletal Disord. 2014; (7): 33 – 40. DOI: 10.4137/CMAMD.S14077
16. Dimitriou R., Calori G.M., Giannoudis P.V. Improving Patients' Outcomes After Osteoporotic Fractures. Int J Clin Rheumatol. 2012; 7(1): 109 – 124.
17. Tarantino U., Iolascon G., Cianferotti L., Masi L., Marcucci G., Giusti F., Marini F., Parri S., Feola M., Rao C., Piccirilli E., Zanetti E.B., Cittadini N., Alvaro R., Moretti A., Calafiore D., Toro G., Gimigliano F., Resmini G., Brandi M.L. Clinical guidelines for the prevention and treatment of osteoporosis: summary statements and recommendations from the Italian Society for Orthopaedics and Traumatology. J Orthop Traumatol. 2017; 18(suppl 1): 3 – 36.
18. Genant H.K., Jergas M., Palermo L., Nevitt M., Valentin R.S., Black D., Cummings S.R. Comparison of semiquantitative visual and quantitative morphometric assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis The Study of Osteoporotic Fractures Research Group., Journal of Bone and Mineral Research. 1996; (11): 984 – 996.
19. Genant H. K., Wu C.Y., van Kuijk C., Nevitt M.C. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. Journal of Bone and Mineral Research. 1993; (8): 1137 – 1148. Proc. of SPIE Vol. 6512 651219-8
20. Еремушкин М.А. Двигательная активность и здоровье. От лечебной гимнастики до паркура. М., Спорт, 2016: 240 с. ISBN 978-5-9907239-7-9
21. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Еремушкин М.А., Шакурова Л.Р., Стяжкина Е.М., Чесникова Е.И., Разваляева Д.В., Котенко Н.В., Новиков А.В., Щедрина М.А. Исследование особенностей дефицита мышечной силы и влияющих на них факторов у пациентов с компрессионными переломами тел позвонков на фоне системного остеопороза. Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. 2019; (2): 27 – 38.
22. Макарова Е.В., Марченкова Л.А., Еремушкин М.А., Шакурова Л.Р., Стяжкина Е.М., Чесникова Е.И., Новиков А.В., Малышева Т.Б. Изменения состава тела и нарушения координации у пациентов с компрессионными переломами тел позвонков на фоне остеопороза. Вестник восстановительной медицины. 2019; (2): 13 – 20.
23. Колягин Ю.И., Колышенков В.А., Саламадина М.О., Пахомова А.Е. Современные аппаратные технологии в реабилитационном процессе с миоадаптивными синдромами остеохондроза позвоночника. Вестник восстановительной медицины. 2019; (2): 35 – 39.
24. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Васильева В.А., Еремушкин М. А., Стяжкина Е.М., Разваляева Д.В., Чесникова Е.И., Герасименко М.Ю. Влияние базовой терапии кальцием и витаминами Д3 и В6 на мышечную силу, функции движения и баланса у пациентов с остеопорозом, проходивших медицинскую реабилитацию. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020; 97(1): 25 – 34.
25. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Саламадина М.О. Формирование долгосрочной стратегии лечения остеопороза как основа эффективной реабилитации пациентов с патологическими переломами: новые научные данные и практические решения. Вестник восстановительной медицины. 2019; (2): 80 – 83.

## REFERENCES

1. Parreira P.C.S., Maher C.G., Megale R.Z. An overview of clinical guidelines for the management of vertebral compression fracture: a systematic review. Spine J., 2017; 17(12): 1932 – 1938. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.07.174.
2. WHO Scientific Group on the Burden of Musculoskeletal Conditions at the Start of the New Millennium. The burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millennium. World Health Organ Tech Rep Ser., 2003: 919.
3. McGrath R.P., Kraemer W.J., Vincent B.M., Hall O.T., Peterson M.D. Muscle Strength Is Protective Against Osteoporosis in an Ethnically Diverse Sample of Adults. J Strength Cond Res., 2017; 31(9): 2586 – 2589 DOI: 10.1519/JSC.0000000000002080
4. Rikkonen T., Sirola J., Salovaara K. Muscle strength and body composition are clinical indicators of osteoporosis. Calcif Tissue Int., 2012; 91(2): 131 – 138 DOI:10.1007/s00223-012-9618-1
5. Marchenkova L.A., Makarova E.V., Eremushkin M.A. Medicinskaya reabilitaciya pacientov s osteoporozom, oslozhnennym perelomami (monografiya) [Medical rehabilitation in patients with osteoporosis complicated by fractures (monografiya)]. М., Torus press, 2019 (In Russ.)
6. Peterka R.J., Black F.O. Age-related changes in human posture control: sensory organization tests. J Vestib Res., 1990-1991; 1: 73–85
7. White Book on Physical and Rehabilitation Medicine in Europe. Introduction, Executive Summary and Methodology. Eur J Rehabil Med., 2018; 54(2): 125 – 155.
8. Bogdanova E.N., Lobanov A.A., Popov A.I. Social'no-ekonomicheskaya politika Rossijskoj Federacii v sfere ohrany zdorov'ya: vyzovy i prognozy [Socio-economical politics of Russian Federation in the sphere of healthcare: challenges and prognosis]. Ekonomika i predprinimatel'stvo, 2017; 9-3(86): 862 – 868 (In Russ.)
9. Marchenkova L.A., SHakurova L.R., Tubekova M.A., Artamonova N.M. Aktual'nye voprosy lecheniya i reabilitacii pacientov s osteoporozom [Actual questions of treatment and rehabilitation of patients with osteoporosis]. Moscow, 2019: 16 p. (In Russ.)
10. Mihajloff P.R., Gromov V.A. Sootnoshenie pokazatelej razvitiya sily myshc s gibatelej i razgibatelej tulovishcha kak faktor predotvrashcheniya boli v poynasichnom otdele pozvonochnika [Correlation of muscle strength development indicators in trunk flexors and extensors as a factor for pain prevention in the lumbar spine]. Ekstremal'naya deyatelnost' cheloveka, 2017; 2(43): 21 – 24 (In Russ.)
11. Hvostova S.A. Massa myshc, soedinitel'noj i zhirovoj tkani v konechnosti posle perelomov [Mass of muscles, connective and adipose tissues in the limbs after fractures]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2011; №2. URL: www.science-education.ru/96-4580 (In Russ.)
12. Bączyk G., Samborski W., Jaracz K. Evaluation of the quality of life of postmenopausal osteoporotic and osteopenic women with or without fractures. Arch Med Sci., 2016; 12(4): 819 – 827 DOI: 10.5114/aoms.2015.55012
13. Eremushkin M.A., Styazhkina E.M., Chesnikova E.I., Marchenkova L.A., Gusarova S.A. Effektivnost' reabilitacii posle kompressionnyh perelomov pozvonkov na fone osteoporoz [Efficiency of the rehabilitation after spinal compression fractures on the background of an osteoporosis]. Vestnik voss-tanovitel'noj mediciny, 2019; 1(89): 42 – 45 (In Russ.)
14. Pfeifer M., Sinaki M., Geusens P., Boonen S., Preisinger E., Minne H. ASBMR Working Group on Musculoskeletal Rehabilitation. Musculoskeletal Rehabilitation in Osteoporosis: A Review. J Bone Miner Res., 2004; (19): 1208 – 1214
15. Dionysiotis Y., Skarantavos G., Papagelopoulos P. Modern Rehabilitation in Osteoporosis, Falls, and Fractures. Clin Med Insights Arthritis Musculoskeletal Disord., 2014; 7: 33 – 40 DOI: 10.4137/CMAMD.S14077
16. Dimitriou R., Calori G.M., Giannoudis P.V. Improving Patients' Outcomes After Osteoporotic Fractures. Int J Clin Rheumatol., 2012; 7(1): 109 – 124
17. Tarantino U., Iolascon G., Cianferotti L., Masi L., Marcucci G., Giusti F., Marini F., Parri S., Feola M., Rao C., Piccirilli E., Zanetti E.B., Cittadini N., Alvaro R., Moretti A., Calafiore D., Toro G., Gimigliano F., Resmini G., Brandi M.L. Clinical guidelines for the prevention and treatment of osteoporosis: summary statements and recommendations from the Italian Society for Orthopaedics and Traumatology. J Orthop Traumatol., 2017; 18(suppl 1): 3 – 36

18. Genant H.K., Jergas M., Palermo L., Nevitt M., Valentin R.S., Black D., Cummings S.R. Comparison of semiquantitative visual and quantitative morphometric assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis The Study of Osteoporotic Fractures Research Group., *Journal of Bone and Mineral Research*, 1996: 11: 984 – 996
19. Genant H. K., Wu C.Y., van Kuijk C., Nevitt M.C. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1993; 8: 1137 – 1148. Proc. of SPIE Vol. 6512 651219-8
20. Eremushkin M.A. Dvigatel'naya aktivnost' i zdorov'e. Ot lechebnoj gimnastiki do parkura [Physical activity and health. From exercises to parkour]. Moscow, Sport, 2016: 240 c. ISBN 978-5-9907239-7-9 (In Russ.)
21. Marchenkova L.A., Makarova E.V., Eremushkin M.A., SHakurova L.R., Styazhkina E.M., Chesnikova E.I., Razvalyaeva D.V., Kotenko N.V., Novikov A.V., Shedrina M.A. Issledovanie osobennostej deficita myshechnoj sily i vliyayushchih na nih faktorov u pacientov s kompressionnymi perelomami tel pozvonkov na fone sistemnogo osteoporoza [Study of features of muscle strength deficit and factors affecting them in patients with compression fractures of vertebral bodies against the background of systemic osteoporosis]. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik Chelovek i ego zdorov'e*, 2019: 2: 27 – 38 (In Russ.)
22. Makarova E.V., Marchenkova L.A., Eremushkin M.A., Shakurova L.R., Styazhkina E.M., Chesnikova E.I., Novikov A.V., Malysheva T.B. Izmeneniya sostava tela i narusheniya koordinacii u pacientov s kompressionnymi perelomami tel pozvonkov na fone osteoporoza [Changes in body composition and coordination disorders in patients with compression fractures of vertebral osteoporotic]. *Vestnik vosstanovitelnoj mediciny*, 2019: 2: 13 – 20 (In Russ.)
23. Kolyagin Y.I., Kolyshenkov V.A., Salamadina M.O., Pakhomova A.E. Sovremennye apparatnye tekhnologii v reabilitacionnom processe s mioadaptivnymi sindromami osteohondroza pozvonochnik [Modern hardware technologies in the rehabilitation process with myoadaptive syndromes of spinal osteochondrosis]. *Vestnik vosstanovitelnoj mediciny*. 2019: 2: 35 – 39 (In Russ.)
24. Marchenkova L.A., Makarova E.V., Vasil'eva V.A., Eremushkin M. A., Styazhkina E.M., Razvalyaeva D.V., Chesnikova E.I., Gerasimenko M.YU. Vliyanie bazovoj terapii kal'ciem i vitaminami D3 i V6 na myshechnuyu silu, funkcii dvizheniya i balansa u pacientov s osteoporozom, prohodivshih medicinskuyu reabilitaciyu [The effect of basic therapy with calcium and vitamins D3 and B6 on muscle strength, movement and balance functions at patients with osteoporosis undergoing medical rehabilitation]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury*, 2020: 97(1): 25 – 34 (In Russ.)
25. Marchenkova L.A., Makarova E.V., Salamadina M.O. Formirovanie dolgosrochnoj strategii lecheniya osteoporoza kak osnova effektivnoj reabilitacii pacientov s patologicheskimi perelomami: novye nauchnye dannye i prakticheskie resheniya [Forming a long-term strategy for treating osteoporosis as the basis for effective rehabilitation of patients with pathological fractures: new scientific data and practical solutions]. *Vestnik vosstanovitelnoj mediciny*, 2019: 2: 80 – 83 (In Russ.)



**Контактная информация:**

**Макарова Екатерина Владимировна**, научный сотрудник, врач-эндокринолог  
E-mail: rue-royal@inbox.ru

**Contact information:**

**Ekaterina V. Makarova**, Research Scientist, Endocrinologist  
E-mail: rue-royal@inbox.ru