

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА РЕАБИЛИТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНО- И КИНЕЗИОТЕРАПИИ В КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ БАЛАНСА У ПАЦИЕНТОВ С КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНКОВ НА ФОНЕ ОСТЕОПОРОЗА

Макарова Е.В., Марченкова Л.А., Еремушкин М.А., Стяжкина Е.М., Разваляева Д.В.

Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: Оценить влияние комплекса физической реабилитации на функцию равновесия у пациентов с остеопорозом (ОП) и компрессионными переломами позвонков (ПП).

Материалы и методы: Проведено проспективное контролируемое исследование мужчин и женщин 40–80 лет с ОП ПП. Пациенты были разделены на две группы методом простой рандомизации. Группа вмешательства (1) получила интенсивный курс реабилитации. Группа контроля (2) получала лечебную физкультуру по методике Гориневской-Древинг. До начала реабилитации всем пациентам было проведено: 1) стабилметрия; 2) Тесты: стойка на одной ноге, тест Фукуды. Повторное обследование после реабилитации и через месяц после окончания курса.

Результаты: В исследование вошло 90 человек (65,4±9,1 лет). В группе № 1 после курса реабилитации достоверно улучшились показатели: коэффициент функции равновесия (КФР) с открытыми и закрытыми глазами (84,1±8,6%, $p=0,01$ и 73,8±9,6%, $p=0,01$); смещения по фронтали (СФ) (1,9 [0,7;2,4], $p=0,01$), площадь статокинезиограммы (СКГ) (131,9±210,4 мм², $p=0,04$); скорость перемещения центра давления (ЦД) (12,2±10,1 мм/сек, $p=0,001$); в тесте Фукуды сократилось смещение в градусах (32,8±14,5, $p=0,03$), в тесте «Стойка на одной ноге» улучшилось время для правой и левой ноги с открытыми глазами (17,8±31,8 сек, $p=0,001$, 17,1±30,1 соответственно). В группе № 2 улучшилось в отношении СФ (2,1 [1,9;5,2], $p=0,001$); скорости перемещения ЦД (10,1±3,9 мм/сек, $p=0,05$). Через месяц в группе № 1 сохранялась положительная динамика по параметрам: КФР с открытыми и закрытыми глазами, СФ, скорость перемещения ЦД, площадь СКГ, смещение в метрах и градусах в тесте Фукуды, время стояния на правой и левой ногах с открытыми и закрытыми глазами.

Выводы: Комплекс физической реабилитации, нацеленный на тренировку мышц спины и координации, улучшал функцию равновесия у пациентов, перенесших ОП ПП. Корректировалось патологическое смещение ЦД вперед по фронтали и повышалась устойчивость. Стабилметрия и координационные тесты служат достоверными методами для оценки функции равновесия у этой группы больных.

Ключевые слова: остеопороз, переломы позвонков, баланс, равновесие, реабилитация, координационные тренировки.

Для цитирования: Макарова Е.В., Марченкова Л.А., Еремушкин М.А., Стяжкина Е.М., Разваляева Д.В. Эффективность нового комплексного метода реабилитации с использованием механо- и кинезиотерапии в коррекции нарушений баланса у пациентов с компрессионными переломами позвонков на фоне остеопороза. Вестник восстановительной медицины. 2020; 97 (3): 160-166. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-160-166>

EFFICIENCY OF A NEW COMPLEX REHABILITATION METHOD USING MECHANO- AND KINESIOTHERAPY FOR BALANCE DISORDERS CORRECTION IN PATIENTS WITH OSTEOPOROTIC COMPRESSION VERTEBRAL FRACTURES

Makarova E.V., Marchenkova L.A., Eremushkin M.A., Styazhkina E.M., Razvalyaeva D.V.

National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

The aim of the study: Evaluate the impact of physical rehabilitation complex on balance function in patients with osteoporosis (OP) and vertebral compression fractures (VCFs).

Materials and methods: A prospective controlled study of 40–80 years old men and women with OP and VCFs was conducted. Patients were divided into two groups by simple randomization. The intervention group (1) received an intensive rehabilitation course. The control group (2) received therapeutic exercise using the Gorinevska-Dreving method. Before rehabilitation all patients were tested: 1) stabilometry; 2) Tests: single leg stand, Fukuda test). Re-examination after rehabilitation and one month after the course.

Results: The study enrolled 90 people (65.4±9.1 years). In group № 1 after the course of rehabilitation there was a significant improvement in indicators: balance function coefficient (BFC) with open and closed eyes (84.1±8.6%, p=0.01 and 73.8±9.6%, p=0.01); frontal shifts (FS) (1.9 [0.7; 2.4], p=0,01), the area of statokinesiogram (ASKG) (131,9±210,4 mm², p=0,04); center of pressure velocity (CPV) (12,2±10,1 mm/sec, p=0,001); in the Fukuda test the displacement in degrees has decreased (32.8±14.5, p=0.03), in the test «Single leg stand» the time for right and left leg with open eyes has improved (17.8±31.8 sec, p=0.001, 17.1±30.1 respectively). In group № 2 there was an improvement in CPV (2.1 [1.9;5.2], p=0.001); FS movement rate (10.1±3.9 mm/sec, p=0.05). After a month in group № 1 the positive dynamics by parameters was preserved: BFC with open and closed eyes, FS, CPV movement speed, SKG area, displacement in meters and degrees in the Fukuda test, standing time on the right and left legs with open and closed eyes.

Conclusions: A physical rehabilitation complex aimed at training back muscles and coordination has improved balance function in patients who have experienced OP and VCFs. Pathological shift of CPV forward in frontal area was corrected and stability was improved. Stabilometry and coordination tests served as reliable methods to evaluate balance function in this group of patients.

Keywords: osteoporosis, vertebral fractures, balance, rehabilitation, coordination training.

For citation: Makarova E.V., Marchenkova L.A., Eremushkin M.A., Styazhkina E.M., Razvalyaeva D.V. Efficiency of a new complex rehabilitation method using mechano- and kinesiotherapy for balance disorders correction in patients with osteoporotic compression vertebral fractures. Bulletin of rehabilitation medicine. 2020; 97 (3): 160-166. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-160-166>

Актуальность

Падения, переломы и мышечная слабость – тесно связанные друг с другом события, характерные для пациентов старших возрастных групп [1]. Наибольшему риску падений подвержены люди старше 65 лет: в этом возрасте падают минимум 1 раз в год 30% лиц этой возрастной категории, а к 80 годам – уже более 50% [3,4]. Важно, что именно в пожилом возрасте возрастает вероятность заболеваемости остеопорозом (ОП), для которого характерна патологическая хрупкость костной ткани. Ведущим фактором риска таких тяжелых травм, таких как перелом бедренных костей, позвоночника, таза, плечевой кости и др., ведущих к значимому снижению качества жизни и двигательной активности у больных ОП, являются падения [6–9]. По данным ряда авторов, 1 из 10 падений в пожилом возрасте заканчивается переломом [5]. Падения у пожилых служат одной из основных причин госпитализаций [3]. Средняя стоимость одного падения в группе старше 65 лет в развитых странах оценивается от 1 до 3 тыс. долл. США [10].

Таким образом, сочетание дегенеративных изменений в костной, мышечной ткани и центральной нервной системе, делают пожилых крайне уязвимыми для низкоэнергетических переломов вследствие падений и обуславливают высокий риск инвалидизации по их причине [2].

Крайне отрицательно на функции равновесия сказываются остеопоротические компрессионные переломы позвонков (ПП). Известно, что они оказывают не меньшее влияние на здоровье пациентов, чем переломы шейки бедра, но в половине случаев остаются не выявленными [11]. ПП формируют предпосылки к падению за счет ассоциированных состояний: искривления позвоночника, гиперкифоза, смещения центра тяжести, нарушения походки и ее неустойчивости [12, 13]. Поскольку ПП на фоне ОП является значимым фактором риска падений, у данной категории больных особое внимание следует уделять методам физической реабилитации, в качестве вторичной профилактики новых переломов, для сокращения риска травм, сохранения физического и психологического благополучия пожилых людей, обеспечения их активного долголетия.

Механотерапия (или физическая терапия с использованием специальных средств и устройств – аппаратов и

тренажеров) – представляется перспективным методом для этой группы пациентов, обладая более выраженным эффектом и более высоким комплаенсом в сравнении со стандартными вариантами физических упражнений. К примеру, современные тренажеры с биологической обратной связью позволяют дозированно и безопасно тренировать мышцы стабилизационной системы позвоночника, а занятия на нестабильных платформах с интерактивным компонентом дают возможность восстановить координационную функцию в игровом режиме [14].

На основе имеющихся научных данных, в нашем центре был разработан реабилитационный комплекс специально для пациентов с остеопоротическими ПП, влияющий на основные факторы в патогенезе падений – мышечную слабость и нарушения баланса. Целью данного исследования было изучение влияния нового комплекса с применением механо- и кинезиотерапевтических методов физической реабилитации на поструральную функцию и координационные способности у пациентов с ПП на фоне ОП.

Материал и методы

В исследование включено 90 пациентов (6 мужчин и 82 женщины) в возрасте 40–80 лет (средний возраст составил 65,4±9,1 лет), поступивших на медицинскую реабилитацию по поводу ПП на фоне ОП в ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России.

Критериями включения были: наличие минимум одного патологического компрессионного ПП по критериям Н. Genant [15], подтвержденным рентгенологически и давностью не более 12 месяцев, и показателями минеральной плотности кости (МПК) по Т-критерию в L1-L4 позвоночника или проксимальном отделе бедренной кости ≤ –2,0.

Критериями исключения были: отказ подписать информированное согласие на участие в исследовании, кахексия любого происхождения, заболевания или лекарственная терапия, отрицательно влияющие на двигательные способности и мышечную силу.

Пациенты были разделены на две группы методом простой рандомизации в соотношении 2:1. Группа вмешательства (№ 1) n=60 получила интенсивный курс реабилитации, включавший: 1) тренировку мышц спины на комплексе тренажеров (Back Therapy Center, Dr. Wolff, Германия) № 10; 2) сенсомоторную тренировку на двойной

Таблица 1. Базовые характеристики исследуемых групп
Table 1. Basic characteristics of studied groups

Параметры Parameters	Группа № 1, n=60 Group № 1, n=60	Группа № 2, n=30 Group № 2, n=30	P
Мужчины/женщины (n) Men/women (n)	4/56	3/27	
Возраст (годы)/Age (years)	65,4±7,1	65,5±7,8	0,94
Вес (кг)/Weight (kg)	74,8±14,2	75,9±13,2	0,16
Рост (см)/Height (cm)	161,3±16,3	160,5±11,6	0,12
ИМТ (кг/м ²)/BMI (kg/m ²)	26,7±4,3	27,1±6,2	0,74
Количество переломов позвонков (n) Number of vertebral fractures (n)	2,0 [1,0;9,0]	2,0 [1,0;7,0]	0,43
Риск остеопоротических переломов по FRAX (%) Total risk of osteoporotic fractures according FRAX (%)	23,0 [17,5;28,0]	20,4 [11,3;25,0]	0,15
Риск перелома бедра по FRAX (%) Risk of hip fracture according FRAX (%)	6,9 [3,6;9,3]	5,1 [2,2;7,9]	0,56
МПК L1-L4 (г/см) BMD L1-L4 (g/cm)	0,859±0,13	0,949±0,29	0,14
МПК левая шейка бедра (г/см) BMD left femoral neck (g/cm)	0,733±0,09	0,730±0,142	0,93
T-критерий L1-L4 (CO) T-score L1-L4 (SD)	-2,5±0,86	-2,2±1,5	0,77
T-критерий, левая шейка бедра (CO) T-score left femoral neck (SD)	-2,1±0,57	-2,0±0,84	0,93

Примечание: в расчётах использован T-критерий Стьюдента.
Note: Student's T-test was used for calculations.

нестабильной платформе (КОБС, Physiomed, Германия) № 10; 3) кинезогидротерапию в спортивном бассейне, № 15; 4) лечебную физкультуру в зале, в группе, по методике Гориневской-Древинг, широко применяемой для пациентов с травматическими компрессионными переломами, № 10. Группа контроля (№ 2) n=30 получала только лечебную физкультуру по методике Гориневской-Древинг [16].

Комплекс обследования пациентов во всех группах включал клинический осмотр и 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/см² и в виде выраженного в стандартных отклонениях T-критерия) в L1-L4 отделе позвоночника. Постуральная функция оценивалась с помощью метода стабилотрии на аппарате «Стабилан 1.0» (Россия) [17, 18]. Координационные способности оценивались с помощью функциональных тестов: Фукуды и «Стойка на одной ноге» с закрытыми и открытыми глазами [15]. Для оценки эффективности вмешательства обследование повторялось сразу после окончания реабилитации (через 20 дней от начала исследования) и через месяц после реабилитационного курса (через 70 дней).

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±m при правильном распределении или в виде медианы и 25-го и 75-го квартилей – Me [25%; 75%] при неправильном. Для попарных сравнений показателей в независимых выборках использовали t-критерий Стьюдента или критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони. Для сравнения показателей в зависимых выборках применяли t-критерий Стьюдента или критерий Вилкоксона. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты

Обе группы пациентов после рандомизации были сопоставимы по возрасту и гендерному соотношению. Не было различий в количестве ПП, средних значениях ИМТ, МПК и рисков новых переломов (p>0,05) (табл. 1).

До начала курса реабилитации не было выявлено статистически значимых различий между группами по показателям стабилотрии и координационных тестов (табл. 2, 3). При оценке в динамике, на 20-й день исследования, согласно показателям стабилотрии в группе № 1 и № 2 было зарегистрировано улучшение коэффициента функции равновесия (КФР) с открытыми глазами (с 77,0±7,6 до 84,1±8,6%, p=0,003, и с 76,2±11,9 до 77,0±11,9%, p>0,05, соответственно) и закрытыми глазами (с 67,1±9,7 до 73,8±9,6%, p=0,009, и с 67,5±15,3 и с до 69,2±15,5, p>0,05, соответственно), сокращение смещения по фронтالي (СФ) (с 3,7 [1,0;6,8] до 1,9 [0,7;2,4] мм, p=0,006, и с 4,1 [2,7;4,9] до 2,1 [1,9;5,2] мм, p=0,001, соответственно), уменьшение площади статокинезиограммы (СКГ) (с 176,8±170,2 до 131,9 мм², p=0,04, и с 200,4±213,2 до 122,9±104,6 мм², p=0,005, соответственно), увеличение скорости перемещения центра давления (ЦД) (с 9,5±4,4 до 12,2±10,1 мм/сек, p=0,001, и с 9,2±4,7 до 10,1±3,9 мм/сек, p=0,05, соответственно), см. табл. 2. В группе № 1, в сравнении с группой № 2, сразу после окончания терапии наблюдались достоверно более высокие показатели КФР с открытыми глазами (p=0,007) (табл. 2).

На 20-й день исследования улучшились и показатели координационных тестов в группе № 1 и № 2: в тесте Фукуды сократилось смещение в градусах (с 41,4±21,3 до 32,8±14,5 градусов, p=0,03, и с 37,0±27,4 до 34,1±28,9 градусов, p>0,05, соответственно) и метрах (с 0,8±0,3 до 0,7±0,3 м, p>0,05, и с 0,9±0,2 до 0,8±0,6 м, p>0,05, соответственно); в тесте «Стойка на одной ноге» с открытыми глазами увеличилось время для левой ноги (с 9,7±21,7 до 17,8±31,8 сек, p=0,0003, и с 8,7±20,4 до 16,6±25,5 сек, p=0,0009) и правой ноги (с 9,5±15,3 до 17,1±30,1 сек,

Таблица 2. Улучшение показателей стабилотрии на фоне курса реабилитации
Table 2. Stabilometry parameters improvement after the rehabilitation course

Параметры Parameters	Этап исследования Study stage	Группа № 1, n=60 Group № 1, n=60	Группа № 2, n=30 Group № 2, n=30
КФР открытыми глазами% Balance coefficient open eyes%	исходно/baseline	77,0±7,6	76,2±11,9
	20 дней/20 days	84,1±8,6††**	77,0±11,9
	70 дней/70 days	80,7±9,1††	78,0±11,3
КФР с закрытыми глазами% Balance coefficient closed eyes%	исходно/baseline	67,1±9,7	67,5±15,3
	20 дней/20 days	71,8±9,6†	69,2±15,5
	70 дней/70 days	72,0±10,3†**	65,0±9,7
Смещение по фронтالي (мм) Frontal displacement (mm)	исходно/baseline	3,7 [1,0;6,8]	4,1 [2,7;4,9]
	20 дней/20 days	1,9 [0,7;2,4] ††	2,1 [1,9;5,2] ††
	70 дней/70 days	2,6 [1,5;3,3] †*	4,5 [3,0;5,9]
Смещение по сагиттали (мм) Sagittal displacement (mm)	исходно/baseline	6,8 [3,1;17,3]	6,9 [2,5;14,4]
	20 дней/20 days	4,6 [5,1;10,1]	5,3 [4,0;12,2]
	70 дней/70 days	5,6 [3,2;14,1]	5,3 [3,8;14,9]
Девиация по фронтали (мм) Frontal deviation (mm)	исходно/baseline	1,0 [-1,1;1,3]	1,0 [-1,1;2,1]
	20 дней/20 days	1,0 [1,2;1,8]	1,2 [-1,2;2,8]
	70 дней/70 days	1,1 [1,2;1,9]	1,07 [-1,2;4]
Девиация по сагиттали (мм) Sagittal deviation (mm)	исходно/baseline	1,2 [-1,0;1,7]	1,1 [0,9;2,2]
	20 дней/20 days	1,1 [1,1;1,7]	1,0 [0,8;2,0]
	70 дней/70 days	1,0 [1,1;1,8]	1,0 [0,9;2,1]
V смещения ЦД (мм/сек) V of PC displacement (mm/sec)	исходно/baseline	9,5±4,4	9,2±4,7
	20 дней/20 days	12,2±3,0†††	10,1±3,9†
	70 дней/70 days	11,3±3,6††**	9,9±4,5
S статокинезио граммы (мм ²) S of statokinesio-gramm (mm ²)	исходно/baseline	176,8±170,2	200,4±213,2
	20 дней/20 days	131,9±210,4†	122,9±104,6††
	70 дней/70 days	175,4±149,7**	209,2±195,7

Примечание: Различия между группами статистически значимы: † p<0,05, †† p<0,01, ††† p<0,001 в сравнении с исходным уровнем; * p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001 сравнение группы № 1 с группой № 2.

Note: Differences between groups are statistically significant: † p<0.05, †† p<0.01, ††† p<0.001 in comparison with the basal level; * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001 comparison of group № 1 with group № 2.

p=0,0004, и с 9,6±18,6 до 15,6±19,5 сек, p=0,0007), с закрытыми глазами для левой ноги (с 2,6±3,3 до 7,1±21,5 сек, p=0,005, и с 2,2±4,0 до 2,5±3,1 сек, p>0,05, соответственно) и правой ноги (с 3,0±4,8 до 3,8±5,8 сек, p=0,02, и с 1,7±2,9 до 2,7±3,5 сек, p=0,04).

В группе № 1, в сравнении с группой № 2, выявлены достоверно лучшие результаты в тесте стойка на левой ноге с закрытыми глазами (p=0,006) (табл. 3).

На 70-й день исследования в группе № 1 сохранялся положительный эффект реабилитации согласно стабилотрическим показателям и тестам на координационные способности. В сравнении с исходными результатами достоверно выше были такие параметры как: КФР с открытыми (80,7±9,1% p=0,007) и закрытыми глазами (72,0±10,3%, p=0,034), скорости перемещения ЦД (11,3±3,6 мм/сек, p=0,005) достоверно более низкие результаты СФ (2,6 [1,5;3,3], p=0,031) и площади СКГ (175,4±149,7 мм², p=0,002), см. табл. 2.

В тесте Фукуды сохранялись более низкие показатели смещения в метрах (0,6±0,4 м, p=0,025) и градусах (32,8±14,5 град, p=0,044), а в тесте «стойка на одной ноге» более высокие параметры с открытыми и закрытыми глазами для левой (19,9±37,4 сек, p=0,0002 и 6,1±17,1 сек, p=0,005 соответственно) и правой ноги (19,3±39,6 сек, p=0,0003 и 5,0±14,5 сек, p=0,0007 соответственно) (табл. 3).

Разница между результатами через 20 дней и через 70 дней не была статистически значимой (p>0,05) (табл. 2, 3).

Таким образом, на момент окончания исследования у пациентов группы № 2 в сравнении с группой № 1, отмечались худшие показатели стабилотрии: КФР с закрытыми глазами (65,0±9,7%, p=0,003), СФ (4,5 [3,0;5,9] мм, p=0,02), скорость перемещения ЦД (9,9±4,5 мм/сек, p=0,006); площадь СКГ (209,2±195,7 мм², p=0,01) (табл. 2) и координационных тестов: смещение в метрах (1,0±0,6 м,

Таблица 3. Улучшение координационных способностей по данным функциональных тестов на фоне курса реабилитации**Table 3.** Coordination function improvement according to functional tests after the rehabilitation course

Параметры Parameters	Этап исследования Study stage	Группа № 1, n=60 Group № 1, n=60	Группа № 2, n=30 Group № 2, n=30
Тест Фукуды: Смещение в метрах Fukuda test displacement (m)	исходно/baseline	0,8±0,3	0,9±0,2
	20 дней/20 days	0,7±0,3	0,8±0,6
	70 дней/70 days	0,6±0,4†***	1,0±0,6
Тест Фукуды: Смещение в градусах Fukuda test displacement (grad)	исходно/baseline	41,4±21,3	37,0±27,4
	20 дней/20 days	32,6±23,0†	34,1±28,9
	70 дней/70 days	32,8±14,5†**	40,0±27,0
Стойка на одной ноге: Открытые глаза, левая (сек) One leg standing test, open eyes, left leg (sec)	исходно/baseline	9,7±21,7	8,7±20,4
	20 дней/20 days	17,8±31,8 †††	16,6±25,5 †††
	70 дней/70 days	19,9±37,4 ††† ***	11,7±14,1 †††
Стойка на одной ноге: Открытые глаза, правая (сек) One leg standing test, open eyes, right leg (sec)	исходно/baseline	9,5±15,3	9,6±18,6
	20 дней/20 days	17,1±30,1†††	15,6±19,5†††
	70 дней/70 days	19,3±39,6††† ***	10,1±15,9
Стойка на одной ноге: Закрытые глаза, левая (сек) One leg standing test, closed eyes, left leg (sec)	исходно/baseline	2,6±3,3	2,2±4,0
	20 дней/20 days	7,1±21,5†† **	2,5±3,1
	70 дней/70 days	6,1±17,1†† ***	2,5±2,9
Стойка на одной ноге: Закрытые глаза, правая (сек) One leg standing test, closed eyes, right leg (sec)	исходно/baseline	3,0±4,8	1,7±2,9
	20 дней/20 days	3,8±5,8†	2,7±3,5†
	70 дней/70 days	5,0±14,5††† **	2,5±3,4†

Примечание: Различия между группами статистически значимы: † $p < 0,05$, †† $p < 0,01$, ††† $p < 0,001$ в сравнении с исходным уровнем; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ сравнение группы № 1 с группой № 2.

Note: Differences between groups are statistically significant: † $p < 0,05$, †† $p < 0,01$, ††† $p < 0,001$ in comparison with the basal level; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ comparison of group № 1 with group № 2.

$p = 0,00004$) и градусах ($40,0 \pm 27,0$ град., $p = 0,008$) в тесте Фукуды; время стойки с открытыми и закрытыми глазами на левой ($11,7 \pm 14,1$ сек, $p = 0,0003$ и $2,5 \pm 2,9$ сек, $p = 0,0009$) и правой ноге ($10,1 \pm 15,9$ сек, $p = 0,0004$, и $2,5 \pm 3,4$ сек, $p = 0,005$) (табл. 3).

Дискуссия

Результаты наших предыдущих работ показали, что пациенты с ПП на фоне ОП, в сравнении с пациентами с ОП без патологических переломов, имеют более низкий саркопенический индекс и меньшую силу мышц глубокой стабилизационной системы позвоночника, в первую очередь РС и СС, где на фоне ПП формируется нефизиологическое распределение мышечной силы, равное 1:1, вместо 3:2, наблюдающееся в норме и у пациентов с неосложненным ОП [17]. Также у пациентов с ПП отмечались ухудшение показателей стабиллометрии и функциональных тестов на координационные способности, что свидетельствует о нарушении функции как статического, так и динамического равновесия. Сила мышц спины у пациентов с остеопорозом обратно зависит от количества ПП, прямо связана с жировой массой и объемом скелетной мускулатуры, МПК поясничного отдела позвоночника. Возраст, низкая масса тела, количество ПП и дефицит витамина D – главные факторы, ассоциированные с нарушениями функции баланса у пациентов с ОП [18].

На основании этой информации была сформирована гипотеза об обоснованности применения реабилитаци-

онных мероприятий, нацеленных как на совершенствование координационных способностей, так и на укрепление мышечного корсета спины, у данной категории больных для профилактики падений и последующих переломов.

Результаты нашей работы подтверждают позитивное влияние реабилитационного комплекса на функцию баланса у лиц, перенесших ПП на фоне ОП. Центр тяжести, исходно не имевший четких контуров и значимо смещенный вперед, возвращался к физиологичному положению и становился более локализованным – такая картина доказывает улучшение постуральной функции и равновесия в положении стоя. Кроме того, у пациентов возрастала скорость реакции на перемену положения тела, уменьшалось смещение в сторону в процессе ходьбы на месте, возрастала устойчивость при поддержании равновесия на одной ноге – что говорит об улучшении координации движений и равновесия при ходьбе. Таким образом, на фоне применения нового комплексного курса реабилитации с применением методов механо- и кинезиотерапии у пациентов с остеопоротическими ПП восстанавливалась функция как статического, так и динамического баланса.

Влияние предложенного нами реабилитационного комплекса на координационную функцию пациентов было достоверно выше, в сравнении со стандартным вмешательством (комплекс физических упражнений), а достигнутый результат сохранялся, как минимум, в течение

ние месяца после окончания терапии, чего не наблюдалось в контрольной группе.

При условии повторения реабилитационных мероприятий и закрепления достигнутого эффекта, предложенный нами комплекс механо- и кинезиотерапии может внести значимый вклад в снижение частоты падений и ассоциированных с ними травм и переломов у пожилых пациентов с ОП, влияя на важные модифицируемые факторы риска падений.

Выводы

1. У пациентов с ПП на фоне ОП новый комплекс физической реабилитации с использованием механо- и

кинезиотерапии значимо улучшает функцию статического и динамического равновесия. Это проявляется смещением центра тяжести в физиологическую сторону, ускорением реакции на изменение положения тела, лучшей координацией во время ходьбы, увеличением времени поддержания баланса на одной ноге.

2. Достигнутый эффект сохраняется минимум в течение месяца после окончания терапии.
3. Предложенный комплекс реабилитации представляется более эффективным, в сравнении со стандартным комплексом физических упражнений, обычно используемым у пациентов с ПП к клинической практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. WHO. Falls fact sheet. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/en/> (updated sept 2016).
2. Vos T. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388: 1545–602. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31678-6.
3. Pointer S. Aihw PSTrends in hospitalised injury, Australia: 1999–1900 to 2012–2013. Injury research and statistics series no. 95. Cat. no. INJCAT 171. Canberra: AIHW. 2015.
4. Morris M.E. Preventing falls in older people. *BMJ*. 2012; 345: e4919. DOI: 10.1136/bmj.e4919.
5. Axer H., Axer M., Sauer H. et al. Falls and gait disorders in geriatric neurology. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2010; V.112: 265–274
6. Cameron I.D., Gillespie L.D., Robertson M.C., et al. Interventions for preventing falls in older people in care facilities and hospitals. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2012; 12 CD005465.
7. Sinaki M., Brey R.H., Hughes C.A., et al. Balance disorder and increased risk of fall in osteoporosis and kyphosis: Significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteopor. Int.* 2005; 16: 1004–1010. DOI:10.1007/s00198-004-1791-2.
8. Oliver D., Daly F., Martin F.C., et al. Risk factors and risk assessment tools for falls in hospital in-patients: a systematic review. *Age Ageing*. 2004; 33: 122–130. DOI:10.1093/ageing/afh017.
9. Schwendimann R., Bühler H., De Geest S., et al. Characteristics of hospital inpatient falls across clinical departments. *Gerontol.* 2008; 54: 342–348. DOI:10.1159/000129954.
10. Haines T., Kuys S.S., Morrison G., et al. Balance impairment not predictive of falls in geriatric rehabilitation wards. *J. Gerontol. Biol. Sci. Med. Sci.* 2008; 63: 523–528. DOI:10.1093/gerona/63.5.523.
11. Kim S.Y., Lee J.K., Sim S. Hearing impairment increases the risk of distal radius, hip, and spine fractures: A longitudinal follow-up study using a national sample cohort. *i PLoS One*. 2018; 13(2): e0192820. Published on-line 2018 Feb 13. DOI:10.1371/journal.pone.0192820PMCID: PMC5811044.
12. Staggs V.S., Mion L.C., Shorr R.I. Assisted and unassisted falls: different events, different outcomes, different implications for quality of hospital care. *Jt. Comm. J. Qual. Patient. Saf.* 2014; 40: 358–364. DOI:10.1016/S1553-7250(14)40047-3.
13. Нигамадьянов Н.Р., Лукьянов В.И., Валиуллина С.А., Мамонтова Н.А. Компьютерная стабилметрия в диагностике постуральных нарушений у детей с неосложненными компрессионными переломами позвоночника. *Вестник восстановительной медицины*. 2016; 3(73): 30–34
14. Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Еремушкин М.А. Медицинская реабилитация пациентов с остеопорозом, осложненным переломами (монография). М. Торус пресс. 2019.
15. 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.
16. Еремушкин М.А. Двигательная активность и здоровье. От лечебной гимнастики до паркура. Москва. Спорт. 2016; 240 с. ISBN 978-5-9907239-7-9
17. Иванова Г.Е., Исакова Е.В., Кривошей И.В., Котов С.В., Кубряк О.В. Формирование консенсуса специалистов в применении стабилметрии и биоуправления по опорной реакции *Вестник восстановительной медицины*. 2019; 1(89): 16–21
18. Цыкунов М.Б., Нигамадьянов Н.Р., Лукьянов В.И., Иванова Г.Е., Безобразов В.Д. Диагностика постуральных нарушений методом компьютерной стабилметрии у детей с патологией позвоночника. *Вестник восстановительной медицины*. 2017; 4(80): 10–16
19. 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.
20. 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; 2(96): 33–40
21. 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

REFERENCES

1. WHO. Falls fact sheet. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/en/> (updated sept 2016).
2. Vos T. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*. 2016; 388: 1545–602. DOI:10.1016/S0140-6736(16)31678-6.
3. Pointer S. Aihw PSTrends in hospitalised injury, Australia: 1999–1900 to 2012–2013. Injury research and statistics series no. 95. Cat. no. INJCAT 171. Canberra: AIHW, 2015.
4. Morris M.E. Preventing falls in older people. *The BMJ*. 2012; 345: e4919. DOI:10.1136/bmj.e4919.
5. Axer H., Axer M., Sauer H. et al. Falls and gait disorders in geriatric neurology. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2010; V.112: 265–274
6. Cameron I.D., Gillespie L.D., Robertson M.C. et al. Interventions for preventing falls in older people in care facilities and hospitals. *Cochrane database of systematic reviews*. 2012; 12: CD005465.
7. Sinaki M., Brey R.H., Hughes C.A., et al. Balance disorder and increased risk of fall in osteoporosis and kyphosis: Significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteoporosis International*. 2005; 16: 1004–1010. DOI:10.1007/s00198-004-1791-2.
8. Oliver D., Daly F., Martin F.C., et al. Risk factors and risk assessment tools for falls in hospital in-patients: a systematic review. *Age and Ageing*. 2004; 33: 122–130. DOI:10.1093/ageing/afh017.

9. Schwendimann R., Bühler H., De Geest S., et al. Characteristics of hospital inpatient falls across clinical departments. *Gerontology*. 2008; 54: 342–348. DOI:10.1159/000129954.
10. Haines T., Kuys S.S., Morrison G., et al. Balance impairment not predictive of falls in geriatric rehabilitation wards. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 2008; 63: 523–528. DOI:10.1093/gerona/63.5.523.
11. Kim S.Y., Lee J.K., Sim S. Hearing impairment increases the risk of distal radius, hip, and spine fractures: A longitudinal follow-up study using a national sample cohort. *PLOS One*. 2018; 13(2): e0192820. Published on-line 2018 DOI:10.1371/journal.pone.0192820 PMID: PMC5811044.
12. Staggs V.S., Mion L.C., Shorr R.I. Assisted and unassisted falls: different events, different outcomes, different implications for quality of hospital care. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*. 2014; 40: 358–364. DOI:10.1016/S1553-7250(14)40047-3.
13. Nigamadyanov N.R., Lukyanov V.I., Valiullina S.A., Mamontova N.A. Komp'yuternaya stabilometriya v diagnostike postural'nyh narushenii u detei s neoslozhnennymi kompressionnymi perelomami pozvonochnika [Computer stabilometry in the diagnosis of postural disorders in children with uncomplicated compression fractures of the spine]. *Vestnik vosstanovitel'noi mediciny*. 2016; 3(73): 30–34 (In Russ.).
14. Marchenkova L.A., Makarova E.V., Eremushkin M.A. Medicinskaya reabilitaciya pacientov s osteoporozom, oslozhnennym perelomami (monografiya) [Medical rehabilitation of patients with osteoporosis complicated by fractures (monography)]. M. Torus press. 2019 (In Russ.).
15. Genant H. K., Wu C. Y., van Kuijk C., Nevitt M.C. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *vfpqahj*. 1993; 8: 1137–1148, Proc. of SPIE Vol. 6512 651219–8.
16. Eryomushkin M.A. Physical activity and health. Ot lechebnoj gimnastiki do parkura [From therapeutic exercises to parkour]. Moscow: Sports. 2016; 240 p. ISBN 978-5-9907239-7-9 (In Russ.).
17. Ivanova G.E., Isakova E.V., Krivoshei I.V., Kotov S.V., Kubryak O.V. Formirovanie konsensusa specialistov v primeneni stabilometrii i bioupravleniya po opornoj reakcii [Consensus-building in the application of stabilometry and biofeedback by support reaction]. *Vestnik vosstanovitel'noi mediciny*. 2019; 1(89): 16–21 (In Russ.).
18. Tsykunov M.B., Nigamadyanov N.R., Lukyanov V.I., Ivanova G.E., Bezobrazov V.D. Diagnostika postural'nyh narushenii metodom komp'yuternoj stabilometrii u detei s patologiei pozvonochnika [Diagnosis of postural disorders using computer stabilometry in children with pathology of the spine]. *Vestnik vosstanovitel'noi mediciny*. 2017; 4(80): 10–16 (In Russ.).
19. 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 [Muscular and strength deficiency in patients with osteoporotic compression vertebral fractures: osteoporosis as a risk factor for sarcopenia]. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»*. 2019; 2: 27–38. (In Russ.).
20. Makarova E.V., Marchenkova L.A., Eremushkin M.A., Styazhkina E.M., Chesnikova E.I., Razvalyaeva D.V. Effektivnost' mekhanoterapevticheskikh metodov pri korrekcii deficita sily myshc glubokoj stabilizacionnoj sistemy pozvonochnika u pacientov s perelomami pozvonkov na fone osteoporoza [The Effectiveness of mechanotherapeutic methods for spine deep stabilization system training in patients with osteoporotic vertebral fractures]. *Vestnik vosstanovitel'noi mediciny*. 2020; 2(96): 33–40 (In Russ.).
21. 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 [Coordination disorders in patients with osteoporotic compression vertebral fractures]. *Vestnik vosstanovitel'noi mediciny*. 2019; 2: 13–20 (In Russ.).

Контактная информация:

Макарова Екатерина Владимировна, научный сотрудник отдела соматической реабилитации, активного долголетия и репродуктивного здоровья, e-mail: rue-royal@inbox.ru, ORCID ID 0000-0003-3767-8475

Марченкова Лариса Александровна, заведующий отделом соматической реабилитации, активного долголетия и репродуктивного здоровья, ведущий научный сотрудник, кандидат медицинских наук, e-mail: MarchenkovaLA@nmicrk.ru, ORCID ID 0000-0003-1886-124X

Еремушкин Михаил Анатольевич, заместитель главного врача по организационно-методической работе, заведующий отделом ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, главный научный сотрудник, доктор медицинских наук, профессор, e-mail: EremushkinMA@nmicrk.ru, ORCID ID 0000-0002-3452-8706

Стяжжина Елена Михайловна, доцент, заведующий отделением ЛФК и клинической биомеханики, врач ЛФК, ведущий научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, кандидат медицинских наук, e-mail: styazelena@yandex.ru, ORCID ID 0000-0003-4612-5119

Разваляева Дарья Владимировна, врач ЛФК, e-mail: butkareva89@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-2763-6124

Contact information:

Ekaterina V. Makarova, research scientist of Somatic Rehabilitation, Active Longevity and Reproductive Health department, e-mail: rue-royal@inbox.ru, ORCID ID 0000-0003-3767-8475

Larisa A. Marchenkova, Head of Somatic Rehabilitation, Active Longevity and Reproductive Health department, Leading Researcher, candidate of medical sciences, e-mail: MarchenkovaLA@nmicrk.ru, ORCID ID 0000-0003-1886-124X

Mikhail A. Eremushkin, Deputy Chief Physician for Organizational and Methodological Work, Head of Orthopedics, Biomechanics, Kinesitherapy and Manual Therapy department, Chief Researcher, doctor of medical sciences, PhD, professor, e-mail: EremushkinMA@nmicrk.ru, ORCID ID 0000-0002-3452-8706

Elena M. Styazhkina, associate professor, Head of the Department of Physical Therapy and Clinical Biomechanics, physical rehabilitation specialist, leading researcher of orthopedics, biomechanics, kinesitherapy and manual therapy department, candidate of medical sciences, e-mail: StyazhkinaEM@nmicrk.ru, ORCID ID 0000-0003-4612-5119

Daria V. Razvalyaeva, physical rehabilitation specialist of physical therapy and clinical biomechanics department, e-mail: butkareva89@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-2763-6124

