

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 615.851.83.03:616.8-009.7-031:611.98/99

Прохорова Е.С.¹, Арьков В.В.¹, Макарова М.Р.^{1,2}**ВЛИЯНИЕ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЙ КОРРЕКЦИИ НА СИЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕТЫРЁХГЛОВОЙ МЫШЦЫ БЕДРА У ПАЦИЕНТОВ С ПАТЕЛЛОФЕМОРАЛЬНЫМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ**¹Филиал № 1 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения г. Москвы, 105120, Москва, Россия;²кафедра физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», 125993, Москва, Россия

У 40 пациентов с пателлофemorальным болевым синдромом до и после курса лечения изучали силовые показатели мышц бедра методом изокинетической динамометрии, а также выраженность болевого синдрома в коленном суставе и пояснично-крестцовом отделе позвоночника по визуальной аналоговой шкале. У пациентов основной группы ($n = 20$) применялась методика комплексной коррекции мышц тазово-поясничного региона и нижней конечности, которая в основном была направлена на стабилизацию пояснично-крестцового отдела позвоночника. Пациенты контрольной группы ($n = 20$) выполняли лечебную гимнастику, нацеленную на тренировку мышц только заинтересованной нижней конечности. Лечение проводили в амбулаторных условиях ежедневно в течение 21 дня. После курса лечения у пациентов основной группы показатели силы четырёхглавой мышцы бедра были достоверно ($p < 0,05$) выше, а степень выраженности болевого синдрома в коленном суставе и поясничном отделе позвоночника – достоверно ниже ($p < 0,05$). Полученные данные подтверждают необходимость и целесообразность включения упражнений для стабилизации пояснично-крестцового отдела позвоночника в программу реабилитации пациентов с пателлофemorальным болевым синдромом.

Ключевые слова: *изокинетическая динамометрия; пателлофemorальный болевой синдром; четырёхглавая мышца бедра.*

Для цитирования: Прохорова Е.С., Арьков В.В., Макарова М.Р. Влияние методики комплексной коррекции на силовые характеристики четырёхглавой мышцы бедра у пациентов с пателлофemorальным болевым синдромом. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2018; 17(2): 72-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2018-17-2-72-75>.

Для корреспонденции: Прохорова Елена Сергеевна, врач ЛФК отделения физиотерапии и лечебной физкультуры филиала № 1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ г. Москвы. E-mail: semalenas@yandex.ru

Prokhorova E.S.¹, Ar'kov V.V.¹, Makarova M.R.^{1,2}**INFLUENCE OF THE COMPLEX CORRECTION TECHNIQUE TO STRENGTH OF THE QUADRICEPS FEMORIS MUSCLE OF PATIENTS WITH PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME**¹Branch 1, Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department, 105120, Moscow, Russia;²Department of physical therapy, sport medicine and medical rehabilitation, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, 105120, Moscow, Russia

In 40 patients with patellofemor pain syndrome, before and after the course of treatment, the strength indices of the hip muscles were studied by isokinetic dynamometry, as well as the severity of the pain syndrome in the knee joint and the lumbosacral spine according to the visual analogue scale. The patients of the main group ($n = 20$) used the technique of complex correction of the pelvic region and lower limb, which was mainly aimed at stabilizing the lumbosacral spine. Patients of the control group ($n = 20$) performed therapeutic gymnastics aimed at training the muscles of only the interested lower limb. The treatment was performed on an outpatient basis daily for 21 days. After the course of treatment in patients of the main group, the strengths of the quadriceps femoris were significantly higher ($p < 0.05$), and the degree of pain in the knee joint and lumbar spine was significantly lower ($p < 0.05$). The obtained data confirm the necessity and expediency of including exercises for stabilization of the lumbosacral spine in the rehabilitation program for patients with patellofemor pain syndrome.

Keywords: *isokinetic dynamometry; patellofemor pain syndrome; quadriceps femoris muscle.*

For citation: Prokhorova E.S., Ar'kov V.V., Makarova M.R. Influence of the complex correction technique to strength of the quadriceps femoris muscle of patients with patellofemor pain syndrome. *Fizioterapiya, Bal'neologiya i Reabilitatsiya (Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation)*. 2018; 17(2): 72-75. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2018-17-2-72-75>.

For correspondence: Prokhorova Elena Sergeevna, physician, Sport Medicine Clinique (branch № 1), Moscow Centre for Research and Practice in Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow Healthcare Department. E-mail: semalenas@yandex.ru

Acknowledgement. The study had no sponsorship. **Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

Received 8 August 2017
Accepted 29 December 2017

Пателлофemorальный болевой синдром (ПФБС) (син. хондромалиция надколенника, по МКБ-10 M22.4, класс XIII – Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани) – часто встречающаяся патология опорно-двигательного аппарата, на долю которой приходится до 5,4% всей ортопедической патологии [1, 2]. При несвоевременной и некорректно проведённой реабилитации продолжающееся разрушение хряща суставной поверхности надколенника и развитие дегенеративного процесса в других компонентах бедренно-надколенникового сочленения приводят к формированию пателлофemorального артроза и прогрессированию болевого синдрома. ПФБС имеет большое социальное и экономическое значение, т.к. наблюдается у людей молодого и трудоспособного возраста, являясь причиной ограничения их физической и повседневной активности. При повреждении опорно-двигательного аппарата на любом уровне развиваются комплексные нарушения на всех уровнях регуляции и организации движения [2].

ПФБС часто сочетается с болевым синдромом в пояснично-крестцовом отделе позвоночника [3–5], однако остаётся недостаточно ясным взаимовлияние мышц тазово-поясничной области и коленного сустава и его вклад в развитие болевого синдрома. Это свидетельствует о необходимости разработки комплексной методики коррекции дисфункции мышц, стабилизирующих тазово-поясничный комплекс у больных ПФБС.

Цель исследования – оценить динамику силовых показателей четырёхглавой мышцы бедра (ЧМБ) и болевого синдрома под влиянием разработанной методики комплексной коррекции мышечного аппарата пояснично-крестцового отдела позвоночника и нижней конечности у пациентов с ПФБС.

Материал и методы

Клиническое исследование и лечение проводилось на базе филиала № 1 ГАУЗ «МНПЦ МРВСМ» ДЗ г. Москвы. Были обследованы 40 пациентов с диагностированным ПФБС, средний возраст которых составлял $27,1 \pm 6,5$ года. Больные были рандомизированы методом последовательных номеров на основную и контрольную группы по 20 человек в каждой. Участие в исследовании было добровольным и проходило в амбулаторных условиях.

Критерием включения являлся диагноз «Хондромалиция надколенника», установленный на основании данных клинического обследования пациентов [6] и МРТ коленного сустава. Критерием исключения было наличие других заболеваний и повреждений коленного сустава, в том числе повреждений менисков и связок сустава, органической патологии поясничного отдела позвоночника, других соматических заболеваний в стадии декомпенсации.

Для оценки степени выраженности болевого синдрома в коленном суставе и нижней части спины до и после реабилитационного процесса использовали визуальную аналоговую шкалу (ВАШ) [7].

Для оценки скоростно-силовых возможностей ЧМБ, медиальная головка которой является одним из главных динамических стабилизаторов пателлофemorального сустава и при достаточной силе и выносливости

улучшает конгруэнтность его суставных поверхностей, до и после лечения всем пациентам проводили изокINETическую динамометрию с использованием универсального динамометра Biodex 3 Pro («Biodex Inc.»). Оценивали скоростно-силовые характеристики ЧМБ на низких ($0-60^\circ/\text{с}$), средних ($60-180^\circ/\text{с}$) и высоких ($180-300^\circ/\text{с}$) угловых скоростях [8]. Тестирование ЧМБ проводили при разгибании коленного сустава больной и здоровой конечностей. До и после курса лечения оценивали процентное соотношение пикового вращающего момента (ПВМ) и массы тела (МТ) – $\text{ПВМ}/\text{МТ}$ (в %), среднюю мощность (в Вт), время ускорения (в м/с).

Величина ПВМ (в Н·м) зависит от многих факторов: уровня мышечной активации, мышечной динамики, геометрии сустава, массы конечности, скорости движения, а также мотивации пациента. Абсолютные значения ПВМ характеризуют максимальную силу данной мышечной группы, относительные значения в пересчете на МТ позволяют проводить сравнение с эталонными среднепопуляционными показателями. Показатель $\text{ПВМ}/\text{МТ}$ на угловой скорости $60^\circ/\text{с}$ свидетельствует о максимальной силе изучаемой мышцы. Показатель $\text{ПВМ}/\text{МТ}$ на средней и высокой угловой скорости $180^\circ/\text{с}$ и $300^\circ/\text{с}$ в большей степени указывает на силовую выносливость мышцы. Средняя мощность – важный показатель мышечной работы, зависящий одновременно от силы, скорости и технического мастерства, определяется количеством работы, выполненной за единицу времени и характеризует возможность поддержания уровня силы за единицу времени. Показатель времени ускорения определяет суммарное время достижения изокINETической скорости в зависимости от угловой скорости и характеризует скорость генерации максимального усилия данной мышечной группы пациента [8, 9].

Для интерпретации результатов изокINETического тестирования оценивают абсолютные и относительные показатели ПВМ до и после лечения на больной стороне в сравнении со здоровой стороной, с нормативными показателями и др. Отмечены корреляционные связи между тестируемыми параметрами на «Biodex 3 Pro» и уровнем спортивной подготовки пациента [8]. Значимые корреляционные связи были определены между ПВМ ЧМБ при изокINETическом тестировании сгибания/разгибания в коленном суставе на $60^\circ/\text{с}$ и тесте «прыжок на одной ноге»; между показателями тестирования на средних ($180^\circ/\text{с}$) и высоких ($300^\circ/\text{с}$) скоростях и функциональной, в том числе спортивной, активностью; выявлена информационная ценность показателей силы разгибателей колена на средних и высоких скоростях у конькобежцев на 5000 и 1500 м [10, 11].

Все пациенты основной и контрольной групп получили курс традиционной лечебной гимнастики, основной задачей которой являлось повышение силы и выносливости мышц нижней конечности [12]. В основной группе пациенты дополнительно выполняли специализированный комплекс лечебной гимнастики (ЛГ) для тренировки мышц-стабилизаторов тазово-поясничной области [13, 14], к которой относятся мышцы тазового дна, большая ягодичная мышца, косые и поперечная мышцы живота, многораздельные мышцы, грудобрюшная диафрагма и подвздошно-рёберные мышцы.

Показатели изокинетической динамометрии ЧМБ у пациентов основной и контрольной групп после курса лечения ($M \pm m$)

Показатели силы ЧМБ на стороне болевого синдрома	Основная группа (n=20)		Контрольная группа (n=20)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
ПВМ/МТ 60°/с, %	165,53 ± 47,92	206,56 ± 37,11 ⁺	161,81 ± 53,72	163,72 ± 34,65
Средняя мощность 60°/с, Вт	86,89 ± 19,39	107,27 ± 13,55 ⁺	92,33 ± 19,43	93,19 ± 21,51
ПВМ/МТ 180°/с, %	130,76 ± 33,14	160,22 ± 29,44*	117,79 ± 36,81	148,08 ± 35,87*
Средняя мощность 180°/с, Вт	149,60 ± 48,92	185,42 ± 28,93*	165,20 ± 34,18	180,70 ± 31,90
ПВМ/МТ 300°/с, %	106,98 ± 21,30	109,50 ± 18,77	103,27 ± 27,40	111,12 ± 30,30
Средняя мощность 300°/с, Вт	171,72 ± 45,03	191,47 ± 28,35*	145,58 ± 34,12	156,96 ± 37,10
Время ускорения 180°/с, м/с	55,00 ± 11,92	43,50 ± 11,37 ⁺	54,00 ± 22,80	54,00 ± 12,94

Примечание. * $p < 0,05$ по сравнению с данными до лечения; ⁺ $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой.

Акцент специализированного комплекса ЛГ был направлен на коррекцию работы поперечной мышцы живота и грудобрюшной диафрагмы, т.к. их дисфункции у пациентов были наиболее выраженными. Корректная работа мышечного аппарата тазово-поясничной области обеспечивает правильную биомеханику движения костей таза, препятствует появлению функциональной разницы длины нижних конечностей, а также уменьшает асимметрию работы мышц нижних конечностей.

Пациенты выполняли все упражнения специализированного комплекса гимнастики в статическом изометрическом режиме в течение дня 2–3 раза, в исходном положении лежа на спине с последующим усложнением в положении лежа на боку, стоя и сидя, начиная с малого количества повторений в амплитуде появления напряжения, избегая болевых ощущений. Уровень мышечного сокращения составлял 1/3–1/4 максимальной силы. Все пациенты выполняли упражнения ежедневно в течение 21 дня.

С целью обработки результатов, полученных до и после лечения, использовали пакет для статистической обработки данных IBM SPSS Statistics 19.0. Для выявления различий применяли непараметрический критерий Вилкоксона, Манна–Уитни. Достоверными считали изменения при $p < 0,05$.

Результаты

После курса восстановительного лечения показатель интенсивности боли по ВАШ в коленном суставе у пациентов данной группы снизился с $4,8 \pm 1,4$ до $2,37 \pm 1,7$ балла ($p < 0,05$), в пояснично-крестцовом отделе позвоночника уменьшился с $3,13 \pm 1,5$ до $1,37 \pm 0,9$ балла ($p < 0,05$).

У пациентов контрольной группы показатель ВАШ боли в коленном суставе после проведения курса реабилитации снизился с $5,1 \pm 1,1$ до $3,66 \pm 1,2$ балла ($p < 0,05$), в пояснично-крестцовом отделе позвоночника уменьшился с $3,9 \pm 1,2$ до $3,03 \pm 1,1$ балла ($p < 0,05$).

Проведенные исследования выявили значительные различия показателей изокинетической динамометрии ЧМБ на стороне болевого синдрома у пациентов основной и контрольной групп после курса лечения (таблица). Показатели здоровой нижней конечности существенно не различались.

При сравнении полученных нами значений ПВМ/МТ (в %) с нормативными показателями дефицит силы

ЧМБ у пациентов основной группы до лечения достигал 38% на скорости 60°/с и уменьшался на высоких скоростях до 7%. После курса лечения дефицит силы ЧМБ у пациентов основной группы составил 22% на угловой скорости 60°/с и уменьшился на высоких скоростях до 4%. Это свидетельствует об увеличении силы и выносливости ЧМБ, которая играет важную роль в уменьшении проявления ПФБС.

У пациентов контрольной группы при сравнении полученных нами значений ПВМ/МТ с нормативными показателями дефицит силы ЧМБ до лечения достигал 39% на скорости 60°/с и уменьшался на высоких скоростях до 9%. После курса лечения дефицит силы ЧМБ у пациентов контрольной группы достигал 38% на скорости 60°/с и уменьшался на высоких скоростях до 4%. Полученные результаты указывают на ограничение возможности общепринятой методики ЛГ в восстановлении силовых показателей ЧМБ у пациентов контрольной группы по сравнению с основной по показателям ПВМ/МТ при изокинетической динамометрии на скорости 60°/с ($163,72 \pm 34,65$ по сравнению с $206,56 \pm 37,11$; $p < 0,05$) и 180°/с ($148,08 \pm 35,87$ по сравнению с $160,22 \pm 29,44$; $p < 0,05$). В то же время показатели изокинетической динамометрии на высоких скоростях сокращения ЧМБ после курса лечения не имели достоверных различий между основной и контрольной группами.

Полученные данные отражают также особенности мышечной дисфункции при ПФБС в виде преимущественного дефицита мощности мышцы на низкой скорости движения (60°/с) в коленном суставе и наименьшего – на высокой (300°/с). Это обуславливает необходимость прежде всего направлять усилия на увеличение максимальной произвольной силы ЧМБ, а затем на увеличение её силовой выносливости.

Результаты тестирования показали, что время ускорения разгибания после курса лечения на скорости 180°/с у пациентов основной группы меньше по сравнению с показателем времени ускорения разгибания после курса лечения на скорости 180°/с у пациентов контрольной группы, что свидетельствует о восстановлении синхронной генерации сокращения и росте максимального усилия ЧМБ у пациентов основной группы. Скорость генерации максимального усилия (суммарное время достижения изокинетической скорости

сти) зависит от состояния проприорецепторов мышц и является важной характеристикой афферентного звена регуляции движений.

На скорости 60°/с в основной группе достоверно ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной увеличились показатель ПВМ/МТ и средняя мощность.

На скорости 180°/с после курса лечения в основной группе показатель времени ускорения увеличился по сравнению с контрольной.

Наряду с этим скоростно-силовые показатели мышц-сгибателей голени пораженной ноги не различались между основной и контрольной группами после лечения на всех исследуемых скоростях.

Заключение

Наши наблюдения показали, что ПФБС сопровождается формированием дисбаланса мышц бедра с преимущественным дефицитом силы и скорости генерации максимального усилия и в меньшей степени – выносливости ЧМБ. В то же время тренировки в «закачивании» мышц бедра при ПФБС без выполнения специальных упражнений, направленных на укрепление мышц тазово-поясничного комплекса, без учета биомеханических особенностей двигательного акта не приводят к желаемым результатам. Как свидетельствуют наши исследования, специальные упражнения по разработанной нами методике коррекции, направленные на улучшение функции мышц-стабилизаторов тазово-поясничного комплекса, позволили уменьшить асимметрию силы мышц и нормализовать другие показатели активности мышц бедра. Применение специализированной ЛГ способствовало увеличению показателя ПВМ/МТ на скорости 60°/с, уменьшению дефицита максимальной производительной силы ЧМБ на скорости 60°/с по сравнению с нормативными показателями, увеличению скорости генерации максимального усилия ЧМБ на угловой скорости 180°/с, что отражает увеличение максимальной производительной силы ЧМБ.

Применение комплексной методики коррекции, учитывающей биомеханические особенности формирования двигательного паттерна при ПФБС, обеспечило более выраженное снижение болевого синдрома по шкале ВАШ как в коленном суставе, так и в пояснично-крестцовом отделе позвоночника у пациентов основной группы по сравнению с контрольной. Поэтому восстановительные мероприятия для пациентов с ПФБС прежде всего должны быть направлены на увеличение максимальной производительной силы ЧМБ с последующим повышением силовой выносливости данной мышцы.

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить при ПФБС у спортсменов преимущественный дефицит максимальной производительной силы ЧМБ наряду с уменьшением скорости генерации максимального усилия и в меньшей степени – уменьшение силовой выносливости ЧМБ и на этом основании сформулировать первоочередную задачу комплексной методики реабилитации спортсменов с ПФБС. Комплексная методика ЛГ по сравнению с традиционной методикой имеет ряд преимуществ, особенно при сочетании болевого синдрома в коленном суставе и пояснично-крестцовом отделе позвоночника.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wilk K.E., Davies G.J., Mangine R.E., Malone T.R. Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 1998; 28(5): 307–22.
2. Ar'kov V.V., Badtieva V.A., Milenin O.N., Ordzhonikidze Z.G. The role of physiotherapy in the rehabilitation treatment of athletes at the Soshi Olympics. *Eur. J. Phys. Educ. Sport.* 2014; 2(4): 134–6.
3. Balaban E.I., Ar'kov V.V., Badtieva V.A. The use of instrumental physiotherapy at the XXII 2014 Winter Olympic Games in Sochi. *Eur. J. Phys. Educ. Sport.* 2014; 2(4): 152–3.
4. Бонев Л., Слыньчева П., Банкова С. *Руководство по кинезотерапии*. София; 1978: 71–4.
5. Сафоничева О.Г., Сулим Н. И. Особенности лечения многофасциальных болевых синдромов при дегенеративно-дистрофических поражениях коленных суставов. *Бюллетень № 3 XI научно-практической конференции «Актуальные вопросы мануальной медицины–2001»*. М.; 2001: 43.
6. Dutton M. *Dutton's orthopedic survival guide: managing common conditions*. N.Y.; 2011.
7. Huskisson E. Measurement of pain. *Lancet.* 1974; 2(7889): 1127–31.
8. Davies G., Ellenbecker T. Application of isokinetics in testing and rehabilitation. In: *Physical rehabilitation of the injured athlete*. Philadelphia; 2004: 216–40.
9. Perrin D.H. Reliability of isokinetic measures. *Athl. Train.* 1986; 21: 319–21.
10. Keskula D.R., Duncan J.B., Davis V.L., Finley P.W. Functional outcome measures for knee dysfunction assessment. *J. Athl. Train.* 1996; 31(2): 105–10.
11. Попов Д.В., Бравый Я.Р., Лемешева Ю.С. и др. Прогнозирование спортивного результата конькобежцев по данным комплексного морфофизиологического обследования. *Теория и практика физической культуры*. 2008; 9: 40–3.
12. Kisner C., Kolby L. *Therapeutic exercise*. Philadelphia; 2007.
13. Гершбург М.И., Кузнецова Г.А. *Кинезотерапия от боли в спине. Курс лечебной гимнастики для профилактики и лечения остеохондроза позвоночника*. М.; 2012.
14. Key J. *Back pain: a movement problem*. Edinburgh et al.; 2010.
15. Васильева Л.Ф. Травма суставов ног как результат нестабильности таза у спортсменов. *Мануальная терапия*. 2017; (1): 44–56.
16. Васильева Л.Ф. *Алгоритмы мануальной диагностики и мануальной терапии патобиомеханических изменений мышечно-скелетной системы: учебное пособие*. Новокузнецк; 1999.

REFERENCES

1. Wilk K.E., Davies G.J., Mangine R.E., Malone T.R. Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 1998; 28(5): 307–22.
2. Ar'kov V.V., Badtieva V.A., Milenin O.N., Ordzhonikidze Z.G. The role of physiotherapy in the rehabilitation treatment of athletes at the Soshi Olympics. *Eur. J. Phys. Educ. Sport.* 2014; 2(4): 134–6.
3. Balaban E.I., Ar'kov V.V., Badtieva V.A. The use of instrumental physiotherapy at the XXII 2014 Winter Olympic Games in Sochi. *Eur. J. Phys. Educ. Sport.* 2014; 2(4): 152–3.
4. Bonev L., Slyncheva P., Bankova S. *Guide to Kinesitherapy [Rukovodstvo po kineziterapii]*. Sofia; 1978: 71–4. (In Russ.)
5. Safonicheva O.G., Sulim N.I. Features of the treatment of myofascial pain syndromes in degenerative-dystrophic lesions of knee joints. *Bulletene No. 3 of XI nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye voprosy manual'noy mediciny – 2001»*. Moscow; 2001: 43. (In Russ.)
6. Dutton M. *Dutton's orthopedic survival guide: managing common conditions*. N.Y.; 2011.
7. Huskisson E. Measurement of pain. *Lancet.* 1974; 2(7889): 1127–31.
8. Davies G., Ellenbecker T. Application of isokinetics in testing and rehabilitation. In: *Physical rehabilitation of the injured athlete*. Philadelphia; 2004: 216–40.
9. Perrin D.H. Reliability of isokinetic measures. *Athl. Train.* 1986; 21: 319–21.
10. Keskula D.R., Duncan J.B., Davis V.L., Finley P.W. Functional outcome measures for knee dysfunction assessment. *J. Athl. Train.* 1996; 31(2): 105–10.
11. Popov D.V., Bravy Ya.R., Lemesheva Yu.S. et al. Prediction of result of all-round speed skaters by physiological indices. *Theory and practice of physical culture*. 2008; 9: 40–3. (In Russ.)
12. Kisner C., Kolby L. *Therapeutic exercise*. Philadelphia; 2007.
13. Gershburg M.I., Kuznetsova G.A. *Kinesitherapy for back pain. The course of the therapeutic gymnastics for the prevention and treatment of osteochondrosis of the spine [Kinezoterapiya ot boli v spine. Kurs lechebnoy gimnastiki dlya profilaktiki i lecheniya osteokhondroza pozvonichnika]*. Moscow; 2012. (In Russ.)
14. Key J. *Back pain: a movement problem*. Edinburgh et al.; 2010.
15. Vasilyeva L.F. Injury of leg joints as a result of pelvic instability in athletes. *Manual'naya terapiya*. 2017; (1): 44–56. (In Russ.)
16. Vasilyeva L.F. *Algorithms for manual diagnosis and manual therapy of pathobiomechanical changes in the musculoskeletal system: a manual [Algoritmy manual'noy diagnostiki i manual'noy terapii patobiomechanicheskikh izmeneniy myshechno-skeletnoy sistemy: uchebnoe posobie]*. Novokuznetsk; 1999. (In Russ.)

Поступила 08.08.2017

Принята в печать 29.12.2017