

DOI: 10.33920/med-14-2006-03; УДК 616.78

РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ КОНТРАКТУР У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ МАЛОИНВАЗИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА КОЛЕННОМ СУСТАВЕ

А. В. Яшков, В. А. Поляков, М. В. Шелыхманова, А. С. Ардатова, Е. С. Кулагин, Д. Г. Богуславский

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, 443099, г. Самара

Резюме. Активное внедрение в медицинскую практику малоинвазивных операций вызвало необходимость совершенствования реабилитационных подходов. Под нашим наблюдением находились пациенты 18–62 лет в раннем и позднем послеоперационном периоде после малоинвазивных операций на коленном суставе. Больные основной группы, кроме традиционного реабилитационного лечения, включающего лечебную гимнастику, массаж нижней конечности и поясницы, электростимуляцию четырехглавой мышцы бедра, получали процедуры роботизированной механотерапии. Оценка эффективности лечебно-реабилитационных мероприятий проводили клиническим методом, электротермометрией, с помощью альгофункциональных индексов (шкала ВАШ) и степени ограничения жизнедеятельности (шкала Лекена). В результате проводимых мероприятий увеличение угла сгибания в основной группе в среднем составило $38,7 \pm 4,3^\circ$ за курс лечения. Среднее количество процедур роботизированной механотерапии на курс лечения — 7,9. В группе сравнения увеличение угла сгибания было достоверно меньше ($14,1 \pm 0,5^\circ$) за 10 дней лечебно-реабилитационных мероприятий. Болевой синдром в нижних конечностях по завершении курсового лечения достоверно снизился до показателя $2,8 \pm 0,09$ в группе сравнения и $1,8 \pm 0,08$ в основной группе и имел оценку — легкая боль. Однако в основной группе его снижение было достоверно ниже. По шкале Лекена в результате 10-дневного курсового лечения у пациентов группы сравнения сохранялась умеренная степень ограничения жизнедеятельности ($6,9 \pm 1,7$), а у пациентов основной группы — легкая ($4,5 \pm 1,78$). Анализ результатов электротермометрии показал, что процедуры роботизированной механотерапии повышают тепловое излучение в среднем на $0,6 \pm 0,22^\circ\text{C}$ за 20 минут механотерапии в первый день и на $1,1 \pm 0,2^\circ\text{C}$ за 30 минут — в последний. Таким образом, лечебно-реабилитационные мероприятия с использованием роботизированной механотерапии позволили значительно снизить болевой синдром, уменьшить степень ограничения жизнедеятельности за счет более ранней нормализации функции оперированного сустава, улучшить кровообращение и нейрососудистую регуляцию и, как следствие, трофические и регенеративные процессы.

Ключевые слова: малоинвазивные операции, коленный сустав, роботизированная механотерапия, реабилитация.

ROBOTIC MECHANOTHERAPY IN THE PREVENTION OF CONTRACTURES IN PATIENTS AFTER MINIMALLY INVASIVE KNEE SURGERY

A. V. Yashkov, V. A. Polyakov, M. V. Shelyhmanova, A. S. Ardatova, E. S. Kulagin, D. G. Boguslavsky

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 443099, Samara

Summary. The active introduction of minimally invasive operations into medical practice has caused the need to improve rehabilitation approaches. We observed patients aged 18–62 years in the early and late postoperative period after minimally invasive knee operations. In addition to traditional rehabilitation treatment, including therapeutic gymnastics, lower limb and lower back massage, and electrical stimulation of the quadriceps femoris, patients in the main group received robotic mechanotherapy. The effectiveness of treatment and rehabilitation measures was evaluated by clinical method, electrothermometry, using algofunctional indices (VAS) and the degree of disability (Leken scale). As a result of these measures, the increase in the bending angle in the main group averaged $38,7 \pm 4,3^\circ$ per course of treatment. The average number of robotic mechanotherapy procedures per treatment course was 7,9. In the comparison group, the increase in the bending angle was significantly less ($14,1 \pm 0,5^\circ$) over 10 days of treatment and rehabilitation activities. Pain in the lower extremities at the end of the course of treatment significantly decreased to $2,8 \pm 0,09$ in the comparison group and $1,8 \pm 0,08$ in the main group and was rated as mild pain. However, in the main group, its decline was significantly lower. According to the Leken scale, as a result of 10-day course of treatment, patients in the comparison group maintained a moderate degree of disability ($6,9 \pm 1,7$), and patients in the main group — light ($4,5 \pm 1,78$). Analysis of electrothermometry results showed that robotic mechanical therapy procedures increase thermal radiation by an average of $0,6 \pm 0,22^\circ\text{C}$ for 20 minutes of mechanical therapy on the first day and by $1,1 \pm 0,2^\circ\text{C}$ for 30 minutes on the last day. Thus, treatment and rehabilitation measures using robotic mechanotherapy have significantly reduced the pain syndrome, reduced the degree of disability due to earlier normalization of the function of the operated joint, improved blood circulation and neuro-vascular regulation and, as a result, trophic and regenerative processes.

Keywords: minimally invasive operations, knee joint, robotic mechanotherapy, rehabilitation.

В последние годы вопросы повышения эффективности реабилитационной помощи пациентам, перенесшим оперативное вмешательство на коленном суставе, всё больше привлекают внимание травматологов, ортопедов и специалистов по медицинской реабилитации [1, 2]. Интерес к этой теме обусловлен широкой распространенностью заболеваний и последствий травм коленного сустава, которые занимают до 10% в структуре заболеваний опорно-двигательной системы [3, 4]. Активное внедрение в медицинскую практику передовых хирургических технологий повысило результативность лечения пациентов с патологией коленного сустава [5, 6], но одновременно вызвало необходимость совершенствования реабилитационных подходов [7, 8]. В настоящее время неуклонно растет количество проведенных малоинвазивных операций на коленном суставе [9–12], что позволило существенно снизить травматичность хирургического вмешательства и уменьшить риск развития осложнений, в том числе послеоперационных контрактур [13, 14]. Однако вопросы реабилитационной тактики и послеоперационного ведения данных пациентов с учетом вида оперативного вмешательства окончательно не решены [15, 16]. Ключевым моментом в повышении эффективности медицинской реабилитации остается проблема адекватного подбора технических средств ранней реабилитации [17, 18]. К числу перспективных методов восстановления утраченной функции суставов относят роботизированную механотерапию [19–23]. В сложившейся системе медицинской реабилитации данная технология активно используется в стационарных условиях на первом и втором этапах реабилитации [24–26] у пациентов травматолого-ортопедического профиля для достижения полного объема движений в суставе, профилактики контрактур, снятия гипертонуса мышц, усиления кровообращения и трофических процессов, уменьшения и ликвидации болевого синдрома [27].

В то же время вопросы комплексной оценки эффективности роботизированной механотерапии [28] в профилактике контрактур при малоинвазивных хирургических вмешательствах на коленном суставе освещены не в полной мере [29, 30].

Цель — изучить эффективность применения роботизированной механотерапии в профилактике контрактур коленного сустава у пациентов после малоинвазивных операций.

Основные задачи:

- исследовать влияние применения роботизированной механотерапии на динамику восстановления движений в коленном суставе в ранний и поздний послеоперационный период;

- изучить влияние роботизированной механотерапии на состояние микроциркуляторного русла, нейрососудистой регуляции после малоинвазивных операций на коленном суставе по данным электротермометрии;

- провести оценку альгофункциональных индексов (шкала ВАШ) и степени ограничения жизнедеятельности (шкала Лекена) в процессе реабилитационных мероприятий.

Материалы и методы

В исследование были включены пациенты в возрасте от 18 до 62 лет в раннем и позднем послеоперационном периоде после малоинвазивных операций на коленном суставе, имеющие контрактуру оперированного коленного сустава, давшие согласие. Пациенты, давшие отказ, имеющие физиологический объем движений в оперированном суставе, после хирургических вмешательств по поводу злокачественных новообразований, с лихорадкой, с обострением сопутствующих соматических заболеваний, имеющие противопоказания к методам физиотерапии, исключались из исследования. Согласно критериям включения под нашим наблюдением в условиях клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России находилось 60 пациентов. В зависимости от проводимого реабилитационного курса все

пациенты были разделены методом рандомизации на две сопоставимые по основным параметрам группы по 30 человек в каждой. Средний возраст пациентов группы сравнения составил $41,8 \pm 0,9$ лет, а основной — $39,4 \pm 1,0$. В обеих группах преобладали женщины. В группе сравнения — 20 женщин (66,7%) и 10 мужчин (33,3%); в основной — 24 женщины (80%) и 6 мужчин (20%). В обеих группах одинаково часто наблюдали контрактуры как со стороны правой, так левой конечности. Угол сгибания в коленном суставе до лечения в основной группе составил $60,4 \pm 4,8^\circ$, в группе сравнения — $63,2 \pm 3,9^\circ$. Таким образом, обе группы пациентов были сопоставимы по возрасту, полу, степени тугоподвижности суставов, и сравнительному анализу были подвержены две сходные группы людей с контрактурой коленного сустава.

Для оценки эффективности лечебно-реабилитационных мероприятий проводили клиническое обследование больных, электротермометрию, оценивали альгофункциональные индексы (шкала ВАШ) и степень ограничения жизнедеятельности (шкала Лекена).

Клиническое обследование включало сбор жалоб, анамнеза, врачебный осмотр, ангулометрию. Для оценки особенности кровообращения, нейрососудистой регуляции в раннем и позднем периодах после малоинвазивных операций на коленном суставе и влияния предложенной медицинской технологии проводили электротермометрию персональным тепловизором «СЕМ®-Thermo Diagnostics». Данный тепловизор является бесконтактным регистратором теплового излучения с исследуемой зоны. Исследование проводили в первый и последний день реабилитационных мероприятий до начала процедуры и сразу после ее окончания. Изучали терморегуляцию области коленного сустава в 6 точках: 1, 2 точки — у верхнего края надколенника, 3, 4 точки — у нижнего края надколенника, 5 точка — у латерального края надколенника, 6 точка — у медиального

края надколенника. Исследование проводилось при температуре воздуха в помещении $23,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$, скорости движения воздуха не более 0,25 м/с, относительной влажности 50–70% в утренние часы. Перед исследованием исключали прием медикаментозных препаратов, физических и физиотерапевтических процедур, способных повлиять на состояние периферического кровотока. Обследование больного проводили после минимальной адаптации — 5 минут, в положении лежа.

Весь полученный разнородный цифровой материал подвергали статистической обработке. Результаты анализировали с использованием программы Microsoft Office Excel 2007 и статистического пакета Statistica 6.0 фирмы STATSOFT. Уровень значимости различий между связанными выборками при соблюдении условий нормальности распределения и равенства дисперсий определяли с помощью критерия Стьюдента. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Пациенты обеих групп получали комплексное лечение, включающее лечебную гимнастику в зале ЛФК, массаж нижней конечности и поясницы, электростимуляцию четырехглавой мышцы бедра. Курс лечения составлял 10 процедур каждого вида лечения, проводимых ежедневно. У пациентов основной группы дополнительно к перечисленному лечению был применен аппарат роботизированной механотерапии нижних конечностей FLEX-01. Механотерапия проводилась ежедневно в течение 20–30 минут 1 раз в день в течение 10 дней.

Результаты лечебно-реабилитационных мероприятий

После проведенных лечебно-реабилитационных мероприятий отмечалось достоверное увеличение угла сгибания в коленном суставе у пациентов обеих групп (табл. 1). Увеличение угла сгибания в основной группе в среднем составило $38,7 \pm 4,3^\circ$ за курс лечения. Количество

процедур роботизированной механотерапии в среднем составило 7,9 процедур на курс лечения. В группе сравнения увеличение угла сгибания было достоверно меньше ($14,1 \pm 0,5^\circ$) за 10 дней лечебно-реабилитационных мероприятий.

Следует отметить, что все пациенты основной группы процедуру пассивной механотерапии переносили хорошо. Со 2-го дня лечения болевые ощущения пациентов уменьшались и позволяли увеличивать угол сгибания на $2-5^\circ$ в течение процедуры. Угол сгибания в коленном суставе ежедневно увеличивался в среднем на $2,5^\circ$, что расширяло двигательную активность пациентов и создавало позитивный настрой на лечение.

Показатели болевого синдрома в нижних конечностях в первый день реабилитации по шкале ВАШ не имели достоверных различий между группами: $3,7 \pm 0,09$ — в группе сравнения, $3,8 \pm 0,08$ — в основной группе и оценивались как умеренная боль (мешающая деятельности). По завершении курсового лечения болевой синдром достоверно снизился до показателя $2,8 \pm 0,09$ в группе сравнения и $1,8 \pm 0,08$ в основной группе, в среднем имел оценку «легкая боль» (боль, которую можно игнорировать). Однако в основной группе его снижение было достоверно ниже.

По шкале Лекена пациенты группы сравнения ($8,5 \pm 1,8$) и основной группы ($8,7 \pm 1,74$) в первый день лечения имели выраженную степень ограничения жиз-

недеятельности. В результате 10-дневного курсового лечения у пациентов группы сравнения сохранялась умеренная степень ограничения жизнедеятельности ($6,9 \pm 1,7$), а у пациентов основной группы — легкая ($4,5 \pm 1,78$).

Регистрация теплового излучения области коленного сустава в первый день лечения показала достоверное увеличение температуры в двух точках из 6, в точке 5 — у латерального края надколенника и точке 6 — у медиального края надколенника. При проведении последней процедуры достоверное увеличение температуры наблюдалось во всех измеряемых точках. Среднее значение по всем измеряемым точкам имело достоверное увеличение температуры в результате процедуры в первый день от $32,1 \pm 0,22^\circ\text{C}$ до $32,7 \pm 0,22^\circ\text{C}$, в последний день с $31,8 \pm 0,1^\circ\text{C}$ до $32,9 \pm 0,2^\circ\text{C}$ (табл. 2). Таким образом, процедуры роботизированной механотерапии повышают тепловое излучение в среднем на $0,6 \pm 0,22^\circ\text{C}$ за 20 минут лечения в первый день и на $1,1 \pm 0,2^\circ\text{C}$ за 30 минут — в последний (рис. 1, 2). Увеличение показателей электротермометрии в процессе проведения процедур роботизированной механотерапии является косвенным признаком улучшения кровообращения области сустава и его нейрососудистой регуляции.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что включение в лечебно-реабилитационный комплекс роботизированной механотерапии

Таблица 1

Динамика показателей в исследуемых группах ($M \pm m$)

Показатели	Группа сравнения (n = 30)		Основная группа (n = 30)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Ангулометрия	$63,2 \pm 3,9^\circ$	$77,3 \pm 4,5^{*}$	$60,4 \pm 4,8^\circ$	$99,1 \pm 4,5^{*}\#$
Шкала ВАШ	$3,7 \pm 0,09$	$2,8 \pm 0,09^{*}$	$3,8 \pm 0,08$	$1,8 \pm 0,08^{*}\#$
Шкала Лекена	$8,5 \pm 1,8$	$6,9 \pm 1,7$	$8,7 \pm 1,74$	$4,5 \pm 1,78$

Примечания. #Критерий достоверности различий среднеарифметических показателей между группами до или после лечения меньше 0,05 ($p < 0,05$).

*Критерий достоверности различий среднеарифметических показателей в группе до и после лечения меньше 0,05 ($p < 0,05$).

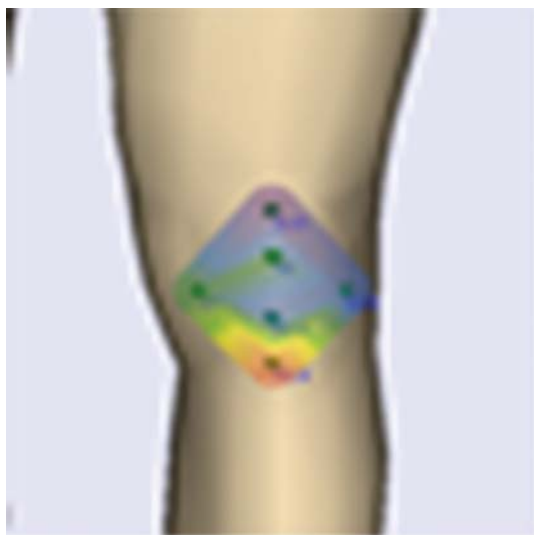


Рис. 1. До процедуры

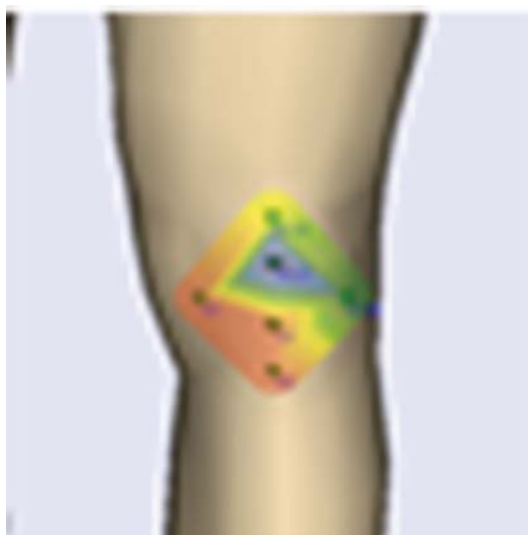


Рис. 2. После процедуры

Электротермометрия пациентки А. (56 лет), 10-я процедура

Таблица 2

Динамика показателей электротермометрии в основной группе (M ± m)

Точка измерения	Первая процедура (n = 30)		Последняя процедура (n = 30)	
	до процедуры	после процедуры	до процедуры	после процедуры
1	31,5 ± 0,29	32,3 ± 0,29	31,3 ± 0,1	32,6 ± 0,3*
2	31,6 ± 0,21	32,2 ± 0,2	31,2 ± 0,1	32,5 ± 0,19*
3	32,05 ± 0,24	32,7 ± 0,2	31,6 ± 0,2	32,9 ± 0,19*
4	32,7 ± 0,19	33,0 ± 0,23	32,6 ± 0,2	33,4 ± 0,17*
5	32,3 ± 0,23	33,1 ± 0,2*	31,9 ± 0,1	33,3 ± 0,19*
6	32,2 ± 0,18	33,0 ± 0,1*	31,8 ± 0,2	32,9 ± 0,1*
Среднее значение	32,1 ± 0,22	32,7 ± 0,22*	31,8 ± 0,1	32,9 ± 0,2*

Примечание. *Критерий достоверности различий среднеарифметических показателей в группе до и после лечения меньше 0,05 (p < 0,05).

у пациентов, перенесших малоинвазивные операции на коленном суставе, позволило значительно снизить болевой синдром и уменьшить степень ограничения жизнедеятельности за счет более ранней нормализации функции оперированного сустава, улучшить кровообращение и нейрососудистую регуляцию и, как следствие, трофические и регенеративные процессы.

Раннее применение роботизированной механотерапии нижних конечностей на стационарном этапе позволяет повысить эффективность реабилитационного

комплекса у пациентов основной группы по сравнению с группой сравнения. Это отразилось в снижении риска развития контрактур и увеличении вероятности достижения функционального объема движений в коленном суставе после малоинвазивных операций, повышении качества их жизни. Позитивные изменения дают основание для более широкого применения предложенного комплекса в клинической практике для предупреждения контрактур у пациентов после оперативных вмешательств на коленном суставе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гомжина Е.А. Влияние раннего применения реабилитационных методик после артроскопических операций на восстановление функции оперированного сустава. *Смоленский медицинский альманах*. 2019; 3: 33–36.
2. Иванов Е.М., Эндакова Э.А. Принципы и этапность медицинской реабилитации. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 1996; 2: 40–44.
3. Корнилов Н.В., Шапиро К.И. Актуальные вопросы организации травматолого-ортопедической помощи населению. *Травматология и ортопедия России*. 2002; 2: 35–39.
4. Шапиро К.И. Частота поражений крупных суставов у взрослых. *Диагностика и лечение поврежденных крупных суставов*. СПб., 1991; 3–5.
5. Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю., Кутянов Д.И., Рябов В.А. Использование технологий реконструктивно-пластической микрохирургии в системе лечения больных с патологией коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2012; 1 (63): 5–13.
6. Анастасиева Е.А., Симагаев Р.О., Кирилова И.А. Актуальные вопросы хирургического лечения повреждений передней крестообразной связки (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2020; Т. 26 (1): 117–128.
7. Шевелева Н.И., Минбаева Л.С. Современный взгляд на проблему реабилитации патологии суставов. *Clinical Medicine of Kazakhstan*. 2016; 2 (40): 6–13.
8. Кораблева Н.Н. Комплексное лечение и реабилитация больных с дегенеративными заболеваниями суставов. Взгляд реабилитолога. *Поликлиника*. 2014; 2 (1): 38–41.
9. Цыкунов М.Б. Реабилитация при повреждениях капсульно-связочных структур коленного сустава и их последствиях. *Лечебная физкультура спортивная медицина*. 2016; 2: 39–47.
10. Калинин Л.А., Миленин О.Н. Спортивно-медицинская реабилитация амбулаторных больных с использованием артроскопических технологий. *Вестник спортивной науки*. 2007; 1: 36–40.
11. Заремук А.М., Лисицын М.П., Атлуханов Р.Я. Артроскопическая хирургия в лечении дегенеративно-го артроза коленных суставов. *Эндоскопическая хирургия*. 2017; Т. 23 (1): 25–28.
12. Хвисьук А.Н., Завгородняя А.А. Реабилитация пациентов с травмами капсульно-связочного аппарата коленного сустава после артроскопических вмешательств. *Травма*. 2011; Т. 12 (1): 18–20.
13. Гулбани Р.Ш., Пакуля Н.В. Физическая реабилитация после артроскопии коленного сустава при повреждении менисков. *Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта*. 2010; 5: 43–46.
14. Краснов А.Ф., Котельников Г.П., Измалков С.Н. Отдаленные результаты лечения больных с повреждением разгибательного аппарата коленного сустава. В кн.: *Медицинская реабилитация больных с повреждением разгибательного аппарата коленного сустава*. Самара; 1994: 145–164.
15. Кирпичев И.В., Бережков И.В. Эффективность восстановления функции коленного сустава после первичной артропластики сустава в условиях отделения медицинской реабилитации. *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2017; Т. 22 (2): 30–33.
16. Воронин Д.М., Воронина Е.Г. Физическая реабилитация при травмах коленного сустава. *Современные здоровьесберегающие технологии*. 2018; 3: 15–32.
17. Петрова Н.Г. Эпельман Б.В. Реабилитация как важное направление системы оказания ортопедо-травматологической помощи. *Политравма*. 2010; 3: 76–85.
18. Федорова Т.Н., Пинаева Т.М. Программа физической реабилитации после оперативной пластики передней крестообразной связки у спортсменов. *Адаптивная физическая культура*. 2014; 2 (58): 47–50.
19. Возницкая О.Э. Эффективность применения пассивной механотерапии на аппарате «Артромот» при повреждениях и тугоподвижности коленного сустава после травм и операций на амбулаторном этапе реабилитации. Теоретические и практические аспекты современной медицины. В кн.: *Материалы I международной научно-практической конференции*. Новосибирск; 2017; 1 (1): С. 34–42.
20. Гиниятуллин Н.И., Гильманшина И.Р., Сулейманова В.А. Механотерапия: состояние и тенденции развития. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2014; Т. 9 (5): 164–169.
21. Хамидуллина Т.Ю., Романюк И.Н., Шорохова Л.С., Абрамович С.Г. Опыт применения пассивной механотерапии на аппарате «Арторомот» при повреждениях и тугоподвижности коленного сустава после травм и операций. *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2018; 2: 119.
22. Шелякина О.В., Карева Н.П., Копанев А.А., Дроздов Г.О. Дистанционная реабилитация после операций на коленном суставе на основе аппаратно-программного комплекса роботизированной механотерапии. В кн.: *Материалы научно-практического образовательного форума «Междисциплинарные аспекты многопрофильной клиники: диагностика, лечение, профилактика»*. 2018: 164–167.
23. Рябчиков И.В., Панков И.О. Пассивная механотерапия. *Современное искусство медицины*. 2012; 3: 68–74.
24. Миронов С.П., Орлецкий А.К., Цыкунов М.Б. Повреждения связок коленного сустава. М.: Лесар-Арт, 2000. — 192 с.

25. Цыкунов М.Б. Реабилитация спортсменов при повреждениях органов движения и опоры. В кн.: Поляева Б.А. ред. Избранные лекции по спортивной медицине. М. 2003; Т. 1.: 153–169.
26. Виноградова Т.В., Зуева О.Н., Короткина С.А. Опыт применения реабилитационной программы ЛФК в сочетании с механотерапии у пациентов после артропластики коленных суставов. В кн.: материалы IV всероссийского конгресса с международным участием «Медицинская помощь при травмах и неотложных состояниях в мирное и военное время. Новое в организации и технологиях», 2019: 39–40.
27. КорABLEVA Н.Н. Комплексное лечение и реабилитация больных с дегенеративными заболеваниями суставов. Взгляд реабилитолога. *Поликлиника*. 2014, 2 (1), 38–41.
28. Тулебаева Д.Б., Зуби Ю.Х. Реабилитация пациентов после артроскопии коленного сустава. *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2017; 3–2: 176–178.
29. Баранова Е.А., Бредихина Ю.П., Кабачкова А.В., Калинин Ю.Г., Пашков В.К. Современные подходы к роботизированной механотерапии с элементами биоуправления и телемедицины для восстановления утраченных двигательных функций. *Вестник Томского государственного университета*. 2018; 433: 127–134.
30. Ипполитов И.Ю., Бровкин В.В., Кисткин А.И. Профилактика и лечение посттравматических контрактур коленного сустава. *Вестник Мордовского университета*. 2006; 2: 186–188.
31. Котенко К.В., Епифанов В.А., Епифанов А.В., Корчажкина Н.Б. Боль в суставах: монография. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 550 с.

REFERENCES

1. Gomzhina E.A. Influence of early application of rehabilitation techniques after arthroscopic operations on the restoration of the function of the operated joint. *Smolensk medical almanac*. 2019; 3: 33–36. (in Russian)
2. Ivanov, E.M., Endakova, E.A. Principles and stages of medical rehabilitation. *Questions of balneology, physiotherapy and physical therapy*. 1996; 2: 40–44. (in Russian)
3. Kornilov N.V., Shapiro K.I. Actual issues of organization of traumatological and orthopedic assistance to the population. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2002; 2: 35–39. (in Russian)
4. Shapiro K.I. Frequency of lesions of large joints in adults. *Diagnostics and treatment of injuries of large joints*. SPb., 1991; 3–5. (in Russian)
5. Rodomanova L.A., Kochish A.Yu., Kutyanov D.I., Ryabov V.A. Use of technologies of reconstructive plastic microsurgery in the system of treatment of patients with knee joint pathology. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2012; 1 (63): 5–13. (in Russian)
6. Anastasieva E.A., Simagaev R.O., Kirilova I.A. Topical issues of surgical treatment of anterior cruciate ligament injuries (literature review). *An orthopedic genius*. 2020; Vol. 26 (1): 117–128. (in Russian)
7. Sheveleva N.I., Minbayeva L.S. Modern view on the problem of rehabilitation of joint pathology. *Clinical Medicine of Kazakhstan*. 2016; 2 (40): 6–13. (in Russian)
8. KorABLEVA N.N. Complex treatment and rehabilitation of patients with degenerative joint diseases. The opinion of the rehabilitation specialist. *Polyclinic*. 2014; 2 (1): 38–41. (in Russian)
9. Tsykunov M.B. Rehabilitation for injuries of capsular ligamentous structures of the knee joint and their consequences. *Physical therapy sports medicine*. 2016; 2: 39–47. (in Russian)
10. Kalinin L.A., Milenin O.N. Sports and medical rehabilitation of outpatient patients using arthroscopic technologies. *Bulletin of sports science*. 2007; 1: 36–40. (in Russian)
11. Zaremuk A.M., Lisitsyn M.P., Atlukhanov R.Ya. Arthroscopic surgery in the treatment of degenerative knee arthrosis. *Endoscopic surgery*. 2017; Vol. 23 (1): 25–28. (in Russian)
12. Khvisyuk A.N., Zavgorodnyaya A.A. Rehabilitation of patients with injuries of the capsule-ligamentous apparatus of the knee joint after arthroscopic interventions. *Injury*. 2011; Vol. 12 (1): 18–20. (in Russian)
13. Gulbani R.Sh., Pakulya N.V. Physical rehabilitation after arthroscopy of the knee joint with meniscus damage. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. 2010; 5: 43–46. (in Russian)
14. Krasnov A.F., Kotelnikov G.P., Izmailkov S.N. Long-Term results of treatment of patients with damage to the extensor apparatus of the knee joint. In the book: *Medical rehabilitation of patients with damage to the extensor apparatus of the knee joint*. Samara; 1994: 145–164. (in Russian)
15. Kirpichev I.V., Berezhkov I.V. Effectiveness of knee joint function restoration after primary arthroplasty in the conditions of medical rehabilitation Department. *Bulletin of the Ivanovo medical Academy*. 2017; Vol. 22(2): 30–33. (in Russian)
16. Voronin D.M., Voronina E.G. Physical rehabilitation for knee injuries. *Modern health-saving technologies*. 2018; 3: 15–32. (in Russian)
17. Petrova N.G., Epelman B.V. Rehabilitation as an important direction of the system of providing orthopedic and traumatological care. *Polytrauma*. 2010; 3: 76–85. (in Russian)
18. Fedorova T.N., Pinaeva T.M. Program of physical rehabilitation after operative plastic surgery of the anterior cruciate ligament in athletes. *Adaptive physical education*. 2014; 2 (58): 47–50. (in Russian)

19. *Voznitskaya O.E.* Effectiveness of passive mechanotherapy on the Arthromot device for injuries and stiffness of the knee joint after injuries and operations at the outpatient stage of rehabilitation. Theoretical and practical aspects of modern medicine. In: Proceedings of the I international scientific and practical conference. Novosibirsk; 2017; 1 (1): Pp. 34–42. (in Russian)
20. *Giniyatullin, N.I., Gilmanshin I.R., Suleimanov V.A.* Mechanotherapy: state and development trends. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2014; Vol. 9 (5): 164–169. (in Russian)
21. *Khamidullina T.Yu., Romanyuk I.N., Shorokhova L.S., Abramovich S.G.* Experience of using passive mechanotherapy on the «Arthromot» device for injuries and stiffness of the knee joint after injuries and operations. Bulletin of physiotherapy and balneology. 2018; 2: 119. (in Russian)
22. *Shelyakina O.V., Kareva N.P., Kopanov A.A., Drozdov G.O.* Remote rehabilitation after knee joint operations based on the hardware and software complex of robotic mechanotherapy. In: Materials of the scientific and practical educational forum «Interdisciplinary aspects of a multidisciplinary clinic: diagnosis, treatment, prevention». 2018: 164–167. (in Russian)
23. *Ryabchikov I.V., Pankov I.O.* Passive mechanotherapy. Modern art of medicine. 2012; 3: 68–74. (in Russian)
24. *Mironov S.P., Orletsky A.K., Tsykunov M.B.* Injuries of the knee joint ligaments. Moscow: Lesar-Art, 2000. — 192 p. (in Russian)
25. *Tsykunov M.B.* Rehabilitation of athletes with injuries of the organs of movement and support. In the book: Poliaev B.A. ed. Selected lectures on sports medicine, Moscow, 2003; Vol. 1: 153–169. (in Russian)
26. *Vinogradova T.V., Zueva O.N., Korotkina S.A.* Experience of using the rehabilitation program of physical therapy in combination with mechanical therapy in patients after knee arthroplasty. In: proceedings of the IV all-Russian Congress with international participation «Medical care for injuries and emergencies in peacetime and wartime. New in organization and technology», 2019: 39–40. (in Russian)
27. *Korableva N.N.* Complex treatment and rehabilitation of patients with degenerative joint diseases. The opinion of the rehabilitation specialist. Polyclinic. 2014, 2 (1): 38–41. (in Russian)
28. *Tulebayeva D.B., Zubi Yu.H.* Rehabilitation of patients after arthroscopy of the knee joint. Bulletin of the Kazakh National medical University. 2017; 3–2: 176–178. (in Russian)
29. *Baranova E.A., Bredikhina Yu.P., Kabachkova A.V., Kalinnikova Yu.G., Pashkov V.K.* Modern approaches to robotic mechanotherapy with elements of bio-management and telemedicine for restoring lost motor functions. Bulletin of Tomsk state University. 2018; 433: 127–134. (in Russian)
30. *Ippolitov I.Yu., Brovkin, V.V., Kistkin A.I.* Prevention and treatment of posttraumatic contractures of the knee joint. Bulletin of the Mordovian University. 2006; 2: 186–188. (in Russian)
31. *Kotenko K.V., Epifanov V.A., Epifanov A.V., Korchazhkina N.B.* joint Pain Monograph, Ed. GEOTAR-Media Publishing group LLC (Moscow), 2018, 550 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Яшков Александр Владимирович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, директор НИИ восстановительной медицины и реабилитации, ФГБОУ СамГМУ Минздрава России; E-mail: a_yashkov@mail.ru.

Поляков Виктор Алексеевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, заместитель директора НИИ восстановительной медицины и реабилитации, ФГБОУ СамГМУ Минздрава России; 443099, г. Самара, Россия; E-mail: viktorpolyakov47@gmail.com.

Шелыхманова Марина Владимировна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, научный сотрудник НИИ восстановительной медицины и реабилитации ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России; 443099, г. Самара, Россия; E-mail: shelmv@mail.ru.

Ардатова Анастасия Сергеевна — ассистент кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, 443099, г. Самара, Россия; E-mail: ardatova-as@mail.ru.

Кулагин Евгений Сергеевич — аспирант кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России; 443099, г. Самара, Россия; E-mail: coolaginsamara@mail.ru.

Богуславский Дмитрий Георгиевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России; 443099, г. Самара, Россия; E-mail: dmitrii_6688@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yashkov Alexander Vladimirovich — MD, Professor, head of the Department of medical rehabilitation, sports medicine, physiotherapy and balneology of the Russian Ministry of health, Director of the research Institute of restorative medicine and rehabilitation of the Russian Ministry of health; E-mail: a_yashkov@mail.ru

Polyakov Viktor Alekseevich — Ph. D., associate Professor of the Department of medical rehabilitation, sports medicine, physiotherapy and balneology of the Russian Ministry of health, Deputy Director of the research Institute of restorative medicine and rehabilitation of the Russian Ministry of health, 443099, Samara, Russia, E-mail: viktorpolyakov47@gmail.com.

Shelykhmanova Marina Vladimirovna — Ph. D., associate Professor of the Department of medical rehabilitation, sports medicine, physiotherapy and balneology of the Russian Ministry of health, research fellow of the research Institute of restorative medicine and rehabilitation of the Russian Ministry of health, 443099, Samara, Russia; E-mail: shelmv@mail.ru.

Ardatova Anastasiya Sergeevna — assistant of the Department of medical rehabilitation, sports medicine, physiotherapy and balneology of the Russian Ministry of health, 443099, Samara, Russia; E-mail: ardatova-as@mail.ru.

Kulagin Evgeniy Sergeevich — post-graduate student of the Department of medical rehabilitation, sports medicine, physiotherapy and balneology of the Russian Ministry of health, 443099, Samara, Russia, E-mail: coolaginsamara@mail.ru.

Boguslavsky Dmitry Georgievich — Ph. D., associate Professor of the Department of medical rehabilitation, sports medicine, physiotherapy and balneology of the Russian Ministry of health, 443099, Samara, Russia; E-mail: dmitrii_6688@mail.ru.

Для корреспонденции

Шельхманова М.В., E-mail: vm_cafedra@mail.ru.

For correspondence

Shelyhmanova M.V., E-mail: vm_cafedra@mail.ru.

Information about the authors

Yashkov A. V., <https://orcid.org/0000-0003-1875-572X>

Polyakov V. A., <https://orcid.org/0000-0002-9161-6534>

Shelykhmanova M. V., <https://orcid.org/0000-0002-6383-6791>

Ardatova A. S., <https://orcid.org/0000-0003-3329-9427>

Kulagin E. S., <https://orcid.org/0000-0003-4394-5621>

Boguslavsky D. G., <https://orcid.org/0000-0003-4491-7403>

**ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПОДПИСКЕ:
телефон: +7 (495) 274-2222 (многоканальный).
E-mail: podpiska@panor.ru www.panor.ru**