

Оригинальная статья / Original article

УДК: 616.728.38-072.1: 615.825.6

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-80-87>

## Эффективность применения аппаратной механотерапии в восстановительном периоде после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки

Павлов А.О.<sup>1,2</sup>, Можейко Е.Ю.<sup>1</sup>, Прокопенко С.В.<sup>1,2</sup>, Портнягин Е.В.<sup>2</sup>, Стрельцов А.Д.<sup>1</sup>, Чистов М.А.<sup>1</sup>, Храмченко М.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства России, Красноярск, Россия

### Резюме

Разрыв передней крестообразной связки – частая травма среди молодых и физически активных людей, приводящая к временной нетрудоспособности. В настоящее время не существует конкретного регламентированного комплекса физических упражнений для данной категории пациентов, отсутствуют рекомендации по применению аппаратных методик механотерапии.

**Цель.** Оценка эффективности применения механотерапии в сочетании с лечебной физической культурой, физиотерапией на раннем этапе восстановительного лечения после пластики передней крестообразной связки.

**Материал и методы.** На базе центра физической реабилитации ФМБА России было обследовано 30 пациентов после реконструкции передней крестообразной связки, которые были распределены в 3 группы по 10 человек. Пациентам первой группы проводилась реабилитация с использованием лечебной физкультуры и физиотерапии. Пациентам второй и третьей групп дополнительно проводилась механотерапия на аппарате Artromot. Пациентам третьей группы дополнительно проводились сеансы на тренажере Con-trex Multi Joint. Продолжительность наблюдения составляла 8 недель для каждого пациента. Во всех группах для оценки использовались: визуально-аналоговая шкала боли, шкалы Lysholm и IKDL, клинический осмотр (тест Лахмана, измерение обхватных размеров нижней конечности).

**Результаты и обсуждение.** В ходе исследования была выявлена статистически значимая разница в повышении показателей шкал IKDL и Lysholm, снижении показателя визуально-аналоговой шкалы боли у пациентов второй и третьей групп, в сравнении с пациентами первой группы ( $p < 0,05$ ). Для оценки влияния механотерапии на отдаленные результаты восстановительного лечения необходимо дальнейшее наблюдение с проведением изокинетических тестов для мышц бедра, голени с целью оценки скоростно-силовых показателей данных мышечных групп.

**Заключение.** Алгоритм восстановительного лечения после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки с применением механотерапии на аппаратах Artromot и Con-trex Multi Joint в сочетании с лечебной физкультурой и физиотерапией более эффективен, по сравнению с аналогичным лечением без механотерапии.

**Ключевые слова:** медицинская реабилитация, реконструкция передней крестообразной связки, восстановительное лечение, Artromot, Con-trex Multi Joint

**Источник финансирования:** Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Pavlov A.O., Mozheyko E.Y., Prokopenko S.V., Portnyagin E.V., Streltsov A.D., Chistov M.A., Khranchenko M.A. Effective Use of Apparatotherapy in the Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Arthroscopic Reconstruction. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(2): 80-87. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-80-87>

**Для корреспонденции:** Павлов Алексей Олегович, e-mail: pavlovao1992@mail.ru

Статья получена: 05.03.2022

Поступила после рецензирования: 19.03.2022

Статья принята к печати: 06.04.2022

## Effective Use of Apparatotherapy in the Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Arthroscopic Reconstruction

Alexey O. Pavlov<sup>1,2</sup>, Elena Y. Mozheyko<sup>1</sup>, Semyon V. Prokopenko<sup>1,2</sup>, Evgeniy V. Portnyagin<sup>2</sup>, Alexey D. Streltsov<sup>1</sup>, Mikhail A. Chistov<sup>1</sup>, Maria A. Khramchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>2</sup>The Siberian Center of the FMBA of Russia, Krasnoyarsk, Russian Federation

### Abstract

Anterior cruciate ligaments' rupture is a frequent injury among young and physically active people, leading to temporary disability. There is no specifically regulated set of physical exercises for this category of patients, there are no recommendations for the use of apparatotherapy techniques.

**Aim.** Evaluation of apparatotherapy effectiveness use in combination with therapeutic physical exercises at the early stage of recovery treatment after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction.

**Material and methods.** 30 patients were examined on the basis of the Center for Physical Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency of Russia after reconstruction of the ACL. They were divided into 3 groups of 10 people. The patients of the first group underwent rehabilitation with the use of rehabilitation exercises and physiotherapy. Patients of the second and the third groups were additionally treated with apparatotherapy on the "Artromot" device. Patients of the third group were additionally given sessions on the "Con-trex Multi Joint" simulator. The duration of follow-up was 8 weeks for each patient. In all groups, the following were used for evaluation: visual-analog pain scale, "Lysholm" and "IKDL" scales, clinical examination (Lachman test, measurement of the lower limb circumference).

**Results and discussion.** The study revealed a statistically significant difference in the increase in the indicators of the "IKDL" and "Lysholm" scales, the decrease in the indicator of the visual-analog pain scale in patients of the second and third groups, compared to patients of the first group ( $p < 0.05$ ).

Further monitoring is necessary with isokinetic tests for the thigh and lower leg muscles in order to assess the speed and strength indicators of these muscle groups when evaluating the apparatotherapy effect on the long-term results of rehabilitation treatment.

**Conclusion.** The algorithm of restorative treatment after ACL arthroscopic reconstruction with the use of apparatotherapy on "Artromot" and "Con-Trex Multi Joint" devices in combination with rehabilitation exercises and physiotherapy is more effective compared to similar treatment without apparatotherapy.

**Keywords:** medical rehabilitation, anterior cruciate ligament reconstruction, recovery of function, Artromot, Con-trex Multi Joint

**Acknowledgments:** The study had no sponsorship.

**Disclosure of interest:** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Pavlov A.O., Mozheyko E.Y., Prokopenko S.V., Portnyagin E.V., Streltsov A.D., Chistov M.A., Khramchenko M.A. Effective Use of Apparatotherapy in the Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Arthroscopic Reconstruction. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21(2): 80-87. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-80-87>

**For correspondence:** Alexey O. Pavlov, e-mail: pavlova01992@mail.ru

Received: Mar 05, 2022

Revised: Mar 19, 2022

Accepted: Apr 06, 2022

### Введение

Передняя крестообразная связка (ПКС) – важный компонент нормальной кинематики движений в коленном суставе. Функцией ПКС является контроль передней трансляции голени относительно бедренной кости в движениях с открытой кинематической цепью, а также предотвращение заднего смещения бедренной кости при фиксированной голени в закрытой кинематической цепи [1]. Разрыв ПКС – частая травма среди молодых и физически активных людей. Зачастую механизмами данного вида повреждений служат сильные удары в область коленного сустава, быстрая остановка в сочетании с резкой сменой направления, а также гиперэкстензия коленного сустава. Спортсмены в таких видах спорта, как горные лыжи, футбол, баскетбол, регби, подвержены высокому риску травматизации ПКС. Для данной категории пациентов стандартом лечения является хирургическая реконструкция, которая помогает восстановить стабильность коленного сустава для возвращения к спортивным нагрузкам [2].

Реабилитация после пластики ПКС играет важнейшую роль в восстановлении полноценной функциональной активности. Протоколы программ восстановительного лечения ориентированы на нормализацию объема движений в коленном суставе, восстановление силовых показателей и возвращение функциональной активности [3]. Лечебная физическая культура (ЛФК) применяется на всех этапах реабилитации с целью улучшения подвижности коленного сустава, уменьшения послеоперационной боли и отека, повышения тонуса и эластичности мышц нижних конечностей, восстановления нейромышечного контроля и координации движений. На сегодняшний день трудно оценить эффективность каких-либо упражнений для пациентов, перенесших пластику ПКС, так как среди множества способов реабилитации отсутствует единый регламентированный комплекс упражнений, который можно было бы применять в каждом конкретном случае [4].

На раннем этапе восстановительного лечения после артроскопической реконструкции ПКС механотерапия

в продолжительном пассивном режиме (СРМ-режиме) является основным методом уменьшения отека, снижения интенсивности болевого синдрома, восстановления объема движений [5]. Аппараты для механотерапии в СРМ-режиме были разработаны с целью максимально раннего начала реабилитационных мероприятий, тем самым предоставляя возможность положительно влиять на подвижность коленного сустава в раннем постоперационном периоде [6].

Другая категория тренажеров, используемых в восстановительном лечении, это роботизированные биомеханические диагностические тренажерные комплексы с биологической обратной связью. С помощью данных аппаратов возможна оценка различных показателей мышечной силы и работоспособности, что объясняет их широкое распространение в современных биомеханических и клинических исследованиях [7].

### Цель исследования

Провести оценку эффективности применения аппаратной механотерапии в сочетании с ЛФК и физиотерапией на раннем этапе восстановительного лечения у пациентов после артроскопической реконструкции ПКС.

### Материал и методы

В ФГБУЗ «Федеральный сибирский научно-клинический центр» Медико-биологического агентства России было обследовано 30 пациентов в возрасте от 18 до 40 лет, перенесших пластическую операцию на ПКС с применением аутотрансплантата из сухожилий подколенных сгибателей в сочетании с парциальной менискэктомией или без нее. Дополнительным критерием включения являлось раннее начало реабилитационных мероприятий, с 3-й недели после оперативного лечения.

*Критериями исключения* являлись: тяжелые поражения хрящевой ткани (хондромалиция II степени и выше по Outerbridge), сопутствующие полные разрывы связок коленного сустава, гнойные осложнения в раннем послеоперационном периоде, деформирующий гонартроз II степени и выше, спастический паралич, отказ пациента, выраженные когнитивные, эмоционально-волевые нарушения, препятствующие проведению процедур механотерапии и ЛФК. Все участники дали письменное и осознанное согласие на участие в исследовании. Локальным этическим комитетом Красноярского государственного медицинского университета им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого № 89/2019 от 17.04.2019 г. разрешено проведение данного исследования.

В первую группу было включено 10 пациентов, которые проходили восстановительное лечение без применения аппаратов механотерапии (комплекс лечебных мероприятий состоял из занятий ЛФК и физиотерапевтических процедур).

Во второй группе также было 10 пациентов, послеоперационный период которых дополнительно включал занятия в СРМ-режиме на аппарате Artromot (Ormed gmbh, Германия) с 3-й недели послеоперационного курса реабилитации.

В третьей группе комплекс восстановительных мероприятий дополнительно, с начала 9-й недели

послеоперационного периода, включал сеансы на тренажере с биологической обратной связью Con-trex Multi Joint (Physiomed, Германия).

Основной положительный эффект при выполнении лечебной гимнастики у пациентов после пластики ПКС состоял в улучшении трофических процессов, межмышечной координации и проприоцептивных механизмов ввиду преимущественно применения изометрических упражнений, способствующих уменьшению преждевременной осевой нагрузки на суставно-связочный аппарат [8, 9].

Сеансы аппаратной механотерапии в СРМ-режиме проводились ежедневно, продолжительность одной сессии составляла 60 минут. В ходе тренировок каждому пациенту был предоставлен индивидуальный подход, заключающийся в составлении реабилитационной программы с учетом конкретных особенностей, тщательного подбора скорости амплитуды движений в суставе. После каждого сеанса отмечена положительная динамика показателей крово- и лимфообращения, а вследствие безболезненного растяжения капсулы сустава, сухожилий и мышц, значительно увеличивалась амплитуда движений в суставе.

С целью осуществления реабилитационных мероприятий на более ранних стадиях задействована механотерапия на комплексе с биологической обратной связью Con-trex, так как он позволяет компенсировать силу тяжести, а также имеет баллистический режим. Сеанс на данном тренажере длится 20–25 минут с частотой 3 раза в неделю, в изокинетическом концентрическом баллистическом режиме (с постоянной заданной скоростью, с исключением инерции и силы тяжести, с укорочением активной мышечной группы).

Все три группы пациентов получали физиотерапевтическое лечение на область коленного сустава курсом из 10 процедур. Физиопроцедуры: лазеротерапия на аппарате «Лаз-эксперт» (Physiomed, Германия), магнитотерапия на аппарате «Маг-эксперт» (Physiomed, Германия), электростимуляция на аппарате «Ионосон-эксперт» (Physiomed, Германия).

Во всех группах для оценки болевого синдрома использовалась визуально-аналоговая шкала боли (далее – шкала ВАШ). Оценка состояния и функций коленного сустава проводилась при помощи шкал Lysholm и International knee documentation committee (далее – IKDC), клинического осмотра.

Продолжительность данного наблюдения составляла 8 недель для каждого пациента, по 10-ю неделю послеоперационного периода включительно. Все показатели определялись на сроках в 2, 4, 6 и 10 недель.

Результаты обследования пациентов до и после курса реабилитации оценивались по показателям различных клинических шкал, методов, тестов оценки функций коленного сустава.

С целью оценки выраженности болевого синдрома применялась визуально-аналоговая шкала боли (ВАШ), принцип которой построен на выборе пациентом точки на неградуированной шкале длиной 10 см, которая соответствует имеющемуся уровню интенсивности боли от 0 – отсутствие боли, до 10 – невыносимая боль.

В исследовании также применялась 100-балльная шкала функционирования коленного сустава Лисхольма (Lysholm Knee Score) посредством анкетирования пациентов, которая направлена на определение степени функционального состояния коленного сустава (а именно: хромота, использование дополнительных средств опоры, блокирование сустава, нестабильность сустава, боль, припухлость сустава, ходьба по лестнице, сидение на корточках) после его лечения [10].

Опросник IKDC разработан для субъективной оценки пациентов с различными повреждениями коленного сустава, такими как повреждения менисков, связок, хрящевого компонента. Среди существующих опросников IKDC признан предпочтительным инструментом определения функционального состояния коленного сустава при повреждении связочного аппарата [11]. IKDC состоит из 10 вопросов, связанных с жалобами пациента, функцией колена, уровнем спортивной активности. Подсчет осуществляется путем суммирования баллов каждого из

вопросов с последующим переводом в шкалу от 0 до 100 баллов.

Тест Лахмана – это клинический тест, используемый для оценки недостаточности ПКС, при котором оценивается переднее смещение большеберцовой кости в положении сгибания 20–30 градусов. Для измерения показателей обхватных размеров (периметров) тела пациента применена сантиметровая лента. Верхний обхват бедра фиксируется сзади под ягодичной складкой, нижний обхват бедра – в нижней трети бедра на 7–8 сантиметров выше коленного сустава. Обхват голени определяется в месте наибольшего развития икроножной мышцы. Статистическая обработка результатов лечения проводилась с использованием пакета программ Статистика 13.0.

### Результаты и обсуждение

Результаты показателей различных клинических шкал пациентов, перенесших артроскопическую реконструкцию ПКС, на момент включения в исследование, представлены в (табл. 1).

**Таблица 1.** Сравнение данных между тремя группами пациентов одновременно на момент включения в исследование спустя 2 недели после оперативного лечения

**Table 1.** Comparison of data between three groups of patients simultaneously at the time of inclusion in the study 2 weeks after surgical treatment

	Группа 1 / Group 1	Группа 2 / Group 2	Группа 3 / Group 3	Критерий значимости различий p, Краскела-Уоллиса / Statistical significance criterion p, Krasler Wallis's
Шкала ВАШ / VAS	6,20 [5,37: 6,90]	5,90 [5,20: 6,07]	5,75 [5,47: 6,05]	p = 0,380
IKDC	22,50 [18,75: 24,25]	22,50 [19,75: 26,00]	24,00 [22,75: 25,00]	p = 0,389
Lysholm	15,00 [15,00: 20,00]	15,00 [15,00: 20,00]	17,50 [15,00: 20,00]	p = 0,760
Верхний обхват бедра / Upper thigh circumference	50,95 [45,95: 56,45]	53,85 [50,47: 55,87]	53,10 [49,15: 55,33]	p = 0,594
Нижний обхват бедра / Lower thigh circumference	39,90 [35,92: 43,20]	40,55 [39,30: 43,00]	41,10 [39,10: 42,95]	p = 0,789
Обхват голени / Calf circumference	33,00 [25,62: 35,47]	34,25 [28,87: 39,42]	34,20 [31,60: 36,45]	p = 0,445

Как видно из представленной выше таблицы (табл. 1), пациенты, перенесшие артроскопическую реконструкцию ПКС, имели умеренно выраженный болевой синдром, гипотрофию мышц оперированной нижней конечности, умеренное ограничение функциональной активности. Данные группы не различались по степени тяжести.

Повторная оценка пациентов через 4 недели от даты оперативного лечения показала преимущество в уменьшении болевого синдрома и улучшении показателей интегративных шкал функциональных нарушений коленного сустава у пациентов, в программу реабилитации которых включена механотерапия в СРМ-режиме (табл. 2).

**Таблица 2.** Парное сравнение данных между группами пациентов спустя 2 недели восстановительного лечения  
**Table 2.** Pairwise comparison of data between groups of patients after 2 weeks of rehabilitation treatment

	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	Критерий значимости различий p / Statistical significance criterion p
Шкала ВАШ / VAS	4,75 [4,42: 5,05]	2,80 [2,45: 3,05]	2,65 [2,45: 3,00]	p <sub>1:2</sub> = 0,001 p <sub>1:3</sub> = 0,001 p <sub>2:3</sub> = 0,516
IKDC	27,00 [24,75: 29,50]	34,00 [31,75: 35,25]	33,50 [32,00: 35,00]	p <sub>1:2</sub> = 0,001 p <sub>1:3</sub> = 0,001 p <sub>2:3</sub> = 0,818
Lysholm	26,00 [23,75: 30,50]	33,00 [31,50: 34,50]	34,00 [32,00: 36,00]	p <sub>1:2</sub> = 0,012 p <sub>1:3</sub> = 0,001 p <sub>2:3</sub> = 0,348
Верхний обхват бедра / Upper thigh circumference	51,55 [46,20: 56,70]	53,95 [50,62: 56,10]	53,20 [49,32: 55,40]	p <sub>1:2</sub> = 0,364 p <sub>1:3</sub> = 0,677 p <sub>2:3</sub> = 0,520
Нижний обхват бедра / Lower thigh circumference	40,05 [36,10: 43,20]	40,70 [39,57: 43,27]	41,40 [39,27: 43,25]	p <sub>1:2</sub> = 0,496 p <sub>1:3</sub> = 0,545 p <sub>2:3</sub> = 0,910
Обхват голени / Calf circumference	33,10 [25,77: 35,57]	34,35 [29,07: 39,70]	34,30 [31,80: 36,60]	p <sub>1:2</sub> = 0,186 p <sub>1:3</sub> = 0,496 p <sub>2:3</sub> = 0,850

При включении в программу восстановительного лечения механотерапии на аппарате Artromot отмечается дополнительный эффект в виде снижения показателя шкалы ВАШ и повышения показателей шкал IKDC и Lysholm у пациентов второй и третьей групп, в сравнении с пациентами первой группы (p<0,05). Полученные

результаты согласуются с проводимыми в мире исследованиями [12].

К 10-й неделе восстановительного лечения в группах, получающих разные виды реабилитационного воздействия, получены следующие результаты (табл. 3).

**Таблица 3.** Парное сравнение данных между группами пациентов спустя 10 недель восстановительного лечения  
**Table 3.** Pairwise comparison of data between groups of patients after 10 weeks of rehabilitation treatment

	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	Критерий значимости различий p / Statistical significance criterion p
Шкала ВАШ / VAS	2,25 [1,43: 2,63]	1,20 [0,73: 1,50]	1,00 [0,50: 1,20]	p <sub>1:2</sub> = 0,002 p <sub>1:3</sub> = 0,001 p <sub>2:3</sub> = 0,592
IKDC	61,50 [52,75:65,25]	66,50 [63,50:69,75]	72,50 [70,00:73,25]	p <sub>1:2</sub> = 0,019 p <sub>1:3</sub> = 0,001 p <sub>2:3</sub> = 0,004
Lysholm	74,00 [70,75:82,00]	84,00 [79,75:91,25]	89,50 [87,50:92,75]	p <sub>1:2</sub> = 0,014 p <sub>1:3</sub> = 0,001 p <sub>2:3</sub> = 0,110
Верхний обхват бедра / Upper thigh circumference	52,50 [47,25:57,45]	54,65 [51,55:57,05]	54,40 [50,57:56,65]	p <sub>1:2</sub> = 0,326 p <sub>1:3</sub> = 0,496 p <sub>2:3</sub> = 0,705
Нижний обхват бедра / Lower thigh circumference	40,65 [37,10:43,95]	41,35 [40,17:44,15]	42,45 [40,17:44,22]	p <sub>1:2</sub> = 0,571 p <sub>1:3</sub> = 0,364 p <sub>2:3</sub> = 0,762
Обхват голени / Calf circumference	33,65 [26,42:36,12]	34,80 [29,50:40,50]	34,90 [32,47:37,35]	p <sub>1:2</sub> = 0,226 p <sub>1:3</sub> = 0,450 p <sub>2:3</sub> = 0,880



При анализе полученных данных были выявлены статистически значимые результаты: снижение показателя шкалы ВАШ и повышение показателей шкал IKDC и Lysholm у пациентов второй и третьей групп, в сравнении с пациентами первой группы (табл. 2, 3).

Комплексное восстановительное лечение после пластики ПКС, согласно федеральным клиническим рекомендациям «Реабилитация при повреждении капсульно-связочного аппарата коленного сустава (оперативное лечение)» включает динамические упражнения с самопомощью, упражнения на расслабление, активно-пассивные упражнения, дозированные изометрические мышечные сокращения, постуральные упражнения (лечение положением), механотерапия, гидрокинезотерапия, массаж.

Большинство аспектов реабилитационного курса требуют индивидуального подхода, а методы механотерапии и их применение описаны недостаточно. В статье Glattke K.E. с соавт. отмечается, что реабилитация пациентов после реконструкции ПКС доказала свою эффективность, однако особого внимания требует подбор реабилитационной программы для таких пациентов, так как специфика выбора реабилитационных методик зависит как от индивидуальных особенностей пациентов, так и от этапа восстановительного периода [13].

Например, Vidmar M.F. с соавт. подтверждают использование эксцентричной тренировки с открытой кинетической цепью в качестве безопасной и эффективной стратегии восстановления четырехглавой мышцы после реконструкции ПКС в раннем реабилитационном периоде таких пациентов [14].

Reijman M. с соавт. в своей работе подчеркивает, что 50% пациентов с травмами ПКС не нуждаются в оперативном лечении. Также он отмечает, что реабилитация пациентов после реконструкции ПКС в отсроченном периоде по эффективности сопоставима с результатами

у пациентов после оперативного вмешательства в раннем периоде без реабилитации [15].

Для оценки влияния регулярных занятий на аппаратах механотерапии в СРМ-режиме и механотерапии на аппарате с биологической обратной связью Con-trex Multi Joint на отдаленные результаты реконструкции ПКС необходимо дальнейшее наблюдение с проведением изокинетических тестов для мышц бедра голени с целью оценки скоростно-силовых показателей данных мышечных групп.

### Заключение

У пациентов после артроскопической реконструкции ПКС имеются различные двигательные нарушения, обусловленные в том числе осложнениями раннего и позднего восстановительного периода. В свою очередь, это приводит к снижению качества жизни, ограничению профессиональной, бытовой, спортивной деятельности.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что алгоритм восстановительного лечения после артроскопической реконструкции ПКС с применением механотерапии в СРМ-режиме и механотерапии на аппарате с биологической обратной связью Con-trex Multi Joint в сочетании с занятиями ЛФК и физиотерапией более эффективен, в сравнении с аналогичным восстановительным лечением без механотерапии. В ходе исследования были выявлены следующие преимущества: у пациентов улучшается функциональное состояние коленного сустава, повышается качество жизни, о чем свидетельствует динамика показателей клинических шкал (ВАШ, IKDC и Lysholm). Данные результаты способствуют уменьшению сроков пребывания пациентов на листе временной нетрудоспособности, более быстрой социальной адаптации и возвращению к бытовой и профессиональной деятельности.

### Список литературы

1. Hiemstra L.A., Webber S., MacDonald P.B., Kriellaars D.J. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32(8): 1472–1479. <https://doi.org/10.1097/00005768-200008000-00016>
2. Dave Y.H. Lee, Sarina Abdul Karim, Haw Chong Chang. Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction – a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Annals of the Academy of Medicine*. 2008; 37(4): 273–278.
3. Shelbourne K.D., Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*. 1990; 18(3): 292–299. <https://doi.org/10.1177/036354659001800313>
4. Айдаров В.И., Хасанов Э.Р., Ахтямов И.Ф. Программа реабилитации пациентов, перенесших пластику передней крестообразной связки коленного сустава. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020; 97(2): 29–35. <https://doi.org/10.17116/kurort20209702129>
5. Phillips N., Benjamin M., Everett T., Robert W.M. van Deursen. Outcome and progression measures in rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*. 2000; 1(4): 106–118. <https://doi.org/10.1054/ptsp.2000.0031>
6. O'Driscoll S.W., Giori N.J. Continuous passive motion (CPM): Theory and principles of clinical application. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2000; 37(2): 179–188.
7. Zapparoli F.Y., Riberto M. Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2016; 26(6): 556–566. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0036>
8. Лоскутов А.Е., Головаха М.Л. Медицинская реабилитация больных после артроскопии коленного сустава. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*. 2008; (4): 31–35.
9. Тяжелов А.А., Суббота И.А. О компенсации стабильности коленного сустава при повреждении передней крестообразной связки. *Травма*. 2011; 12(4): 35–39.
10. Kose O., Deniz G., Ozcan H., Guler F. A comparison of telephone interview versus on-site completion of Lysholm knee score in patients who underwent arthroscopic ACL reconstruction: are the results equivalent? *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2015; 25(6): 1069–1072. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1605-6>
11. Johnson D.S., Smith R.B. Outcome measurement in the ACL deficient knee – what's the score? *Knee*. 2001; 8(1): 51–57.
12. Jaspers T., Taeymans J., Hirschmüller A., Baur H., Hilfiker R., Rogan S. Continuous Passive Motion Does Improve Range of Motion, Pain and Swelling After ACL Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2018; 157(3): 279–291. <https://doi.org/10.1055/a-0710-5127>

13. Glatkke K.E., Tummala S.V., Chhabra A. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Recovery and Rehabilitation: A Systematic Review. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2021; (21): 1–6. <https://doi.org/10.2106/jbjs.21.00688>
14. Vidmar M.F., Baroni B.M., Michelin A.F., Mezzomo M., Lugokenski R., Pimentel G.L., Silva M.F. Isokinetic eccentric training is more effective than constant load eccentric training for quadriceps rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2020; 24(5): 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.003>
15. Reijman M., Eggerding V., van Es E., van Arkel E., van den Brand I., van Linge J., Zijl J., Waarsing E., Bierma-Zeinstra S., Meuffels D. Early surgical reconstruction versus rehabilitation with elective delayed reconstruction for patients with anterior cruciate ligament rupture: COMPARE randomised controlled trial. *The BMJ*. 2021; (9): 372–375. <https://doi.org/10.1136/bmj.n375>

## References

1. Hiemstra L.A., Webber S., MacDonald P.B., Kriellaars D.J. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32(8): 1472–1479. <https://doi.org/10.1097/00005768-200008000-00016>
2. Dave Y.H. Lee, Sarina Abdul Karim, Haw Chong Chang. Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction – a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Annals of the Academy of Medicine*. 2008; 37(4): 273–278.
3. Shelbourne K.D., Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*. 1990; 18(3): 292–299. <https://doi.org/10.1177/036354659001800313>
4. Ajdarov V.I., Hasanov E.R., Ahtyamov I.F. Programma reabilitacii pacientov, perenessih plastiku perednej krestobraznoj svyazki kolennogo sustava [Rehabilitation program for patients who underwent plastic surgery of the anterior cruciate ligament of the knee joint]. *Voprosy Kurortologii, Fizioterapii i Lechebnoj Fizicheskoy Kul'tury*. 2020; 97(2): 29–35. <https://doi.org/10.17116/kurort20209702129> (In Russ.).
5. Phillips N., Benjamin M., Everett T., Robert W.M. van Deursen. Outcome and progression measures in rehabilitation following anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*. 2000; 1(4): 106–118. <https://doi.org/10.1054/ptsp.2000.0031>
6. O'Driscoll S.W., Giori N.J. Continuous passive motion (CPM): Theory and principles of clinical application. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2000; 37(2): 179–188.
7. Zapparoli F.Y., Riberto M. Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2016; 26(6): 556–566. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0036>
8. Loskutov A.E., Golovaha M.L. Medicinskaya reabilitaciya bol'nyh posle artroskopii kolennogo sustava [Medical rehabilitation of patients after arthroscopy of the knee joint]. *Visnik Ortopedii, Travmatologii ta Protezuvannya*. 2008; (4): 31–35 (In Russ.).
9. Tyazhelov A.A., Subbota I.A. O kompensacii stabil'nosti kolennogo sustava pri povrezhdenii perednej krestobraznoj svyazki [Compensation of knee joint stability in case of anterior cruciate ligament injury]. *Travma*. 2011; 12(4): 35–39 (In Russ.).
10. Kose O., Deniz G., Ozcan H., Guler F. A comparison of telephone interview versus on-site completion of Lysholm knee score in patients who underwent arthroscopic ACL reconstruction: are the results equivalent? *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2015; 25(6): 1069–1072. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1605-6>
11. Johnson D.S., Smith R.B. Outcome measurement in the ACL deficient knee – what's the score? *Knee*. 2001; 8(1): 51–57.
12. Jaspers T., Taeymans J., Hirschmüller A., Baur H., Hilfiker R., Rogan S. Continuous Passive Motion Does Improve Range of Motion, Pain and Swelling After ACL Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2018; 157(3): 279–291. <https://doi.org/10.1055/a-0710-5127>
13. Glatkke K.E., Tummala S.V., Chhabra A. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Recovery and Rehabilitation: A Systematic Review. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2021; (21): 1–6. <https://doi.org/10.2106/jbjs.21.00688>
14. Vidmar M.F., Baroni B.M., Michelin A.F., Mezzomo M., Lugokenski R., Pimentel G.L., Silva M.F. Isokinetic eccentric training is more effective than constant load eccentric training for quadriceps rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2020; 24(5): 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.003>
15. Reijman M., Eggerding V., van Es E., van Arkel E., van den Brand I., van Linge J., Zijl J., Waarsing E., Bierma-Zeinstra S., Meuffels D. Early surgical reconstruction versus rehabilitation with elective delayed reconstruction for patients with anterior cruciate ligament rupture: COMPARE randomised controlled trial. *The BMJ*. 2021; (9): 372–375. <https://doi.org/10.1136/bmj.n375>

### Информация об авторах:

**Павлов Алексей Олегович**, врач-невролог, врач по лечебной физкультуре и спортивной медицине центра физической реабилитации, Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства России; аспирант кафедры нервных болезней с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

E-mail: pavlova1992@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4042-7765>

**Можейко Елена Юрьевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой физической и реабилитационной медицины с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

E-mail: el\_mozhejko@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9412-1529>

**Прокопенко Семен Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нервных болезней с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

E-mail: s.v.proc.58@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4778-2586>

**Портнягин Евгений Владимирович**, кандидат медицинских наук, врач по лечебной физкультуре и спортивной медицине, директор центра физической реабилитации, Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства. России.

E-mail: skc-cfr@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0452-6344>

**Стрельцов Алексей Дмитриевич**, студент лечебного факультета, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

E-mail: strelcov\_a@bk.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4116-7232>

**Чистов Михаил Андреевич**, ординатор кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом ПО,

Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

E-mail: [mikhail\\_andreevich\\_chistov@mail.ru](mailto:mikhail_andreevich_chistov@mail.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7749-3507>

**Храмченко Мария Анатольевна**, ординатор кафедры нервных болезней с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

E-mail: [clery6796@mail.ru](mailto:clery6796@mail.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6164-1659>

**Вклад авторов:**

Портнягин Е.В., Можейко Е.Ю., Прокопенко С.В. – концепция и дизайн исследования; Павлов А.О., Стрельцов А.Д. – сбор материала; Чистов М.А., Храмченко М.А. – выполнение текстовой части работы.

**Information about the authors:**

**Alexey O. Pavlov**, Neurologist, Doctor in Exercise Therapy and Sports Medicine, Center of Physical Rehabilitation, Federal Siberian Scientific and Clinical Center; Postgraduate Student, Department of Nervous Diseases, V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University.

E-mail: [pavlova1992@mail.ru](mailto:pavlova1992@mail.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4042-7765>

**Elena Yu. Mozheyko**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Physical and Rehabilitation Medicine, V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University.

E-mail: [el\\_mozhejko@mail.ru](mailto:el_mozhejko@mail.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9412-1529>

**Semyon V. Prokopenko**, Dr.Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Nervous Diseases, V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University.

E-mail: [s.v.proc.58@mail.ru](mailto:s.v.proc.58@mail.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4778-2586>

**Evgeniy V. Portnyagin**, Cand. Sci. (Med.), Doctor in Exercise Therapy and Sports Medicine, Director of the Center for Physical Rehabilitation, Siberian Center of the FMBA of Russia.

E-mail: [skc-cfr@yandex.ru](mailto:skc-cfr@yandex.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0452-6344>

**Alexey D. Streltsov**, Student, General Medicine Faculty, V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University.

E-mail: [strelcov\\_a@bk.ru](mailto:strelcov_a@bk.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4116-7232>

**Mikhail A. Chistov**, Resident, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University.

E-mail: [mikhail\\_andreevich\\_chistov@mail.ru](mailto:mikhail_andreevich_chistov@mail.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7749-3507>

**Maria A. Khrumchenko**, Resident, Department of Nervous Diseases, V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University.

E-mail: [clery6796@mail.ru](mailto:clery6796@mail.ru), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6164-1659>

**Contribution:**

Portnyagin E.V., Mozheyko E.Yu., Prokopenko S.V. – concept and design of the study; Pavlov A.O., Streltsov A.D. – collection of material; Chistov M.A., Khrumchenko M.A. – text writing.

