



Научная статья  
УДК 616.728.38-089  
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-32-44>

## Особенности хирургического лечения пациентов с повреждениями крестообразных связок и стабилизаторов задне-наружного угла коленного сустава

В.В. Хоминец, А.Л. Кудяшев, И.С. Базаров, А.С. Гранкин, О.В. Рикун,  
М.В. Резванцев, Р.А. Федоров

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

**Актуальность.** В последние годы отмечается увеличение количества пациентов с мультилигаментарными повреждениями коленного сустава. Значительная доля неудовлетворительных результатов их лечения, связанная с особенностями этой травмы и объективными трудностями ее хирургической коррекции, определяет необходимость поиска оптимальных подходов к диагностике и лечению этой патологии. **Цель исследования** — сравнить результаты хирургического лечения пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, включающим травму связочно-сухожильного комплекса его задне-латерального угла, прооперированных с применением двух различных методик. **Материал и методы.** В исследование включен 51 пациент с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, которому было выполнено хирургическое лечение в период с 2007 по 2019 г. Средний возраст пациентов составил  $32,1 \pm 9,2$  года. Пациенты были разделены на две группы. У пациентов основной группы (24 пациента) выполняли реконструкцию крестообразных связок и основных структур задне-латерального угла: малоберцовой коллатеральной связки, подколенно-малоберцовой связки и сухожилия подколенной мышцы. У пострадавших группы сравнения (27 пациентов) реконструкцию крестообразных связок дополняли изолированной пластикой малоберцовой коллатеральной связки. Полученные результаты оценивали клинически, с помощью шкалы Lysholm (1982), путем определением субъективной оценки исходов лечения, а также по данным функциональной рентгенографии и МРТ. Результаты изучены у всех пострадавших: в основной группе через 9 мес., в группе сравнения — в среднем через 16 мес. после операции (от 9 до 43 мес.). **Результаты.** Применение разработанных диагностических и хирургических подходов позволило улучшить клинико-функциональные результаты по шкале Lysholm (основная группа — 82 [70; 86] балла, группа сравнения — 68 [64; 76] баллов;  $p = 0,003$ ). У пациентов основной группы остаточную латеральную нестабильность II степени наблюдали у 2 пациентов, в контрольной группе — у 7 пациентов. По шкале субъективной оценки результатов лечения удовлетворенными исходами лечения остались 19 (79,2%) пациентов в основной и 18 (66,7%) в контрольной группах. Пациентов, оценивших результат своего лечения как «хороший», в сравниваемых выборках не было. **Заключение.** Практическое применение предлагаемой модификации пластики малоберцовой коллатеральной связки по методике LaPrade у пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава позволяет в средние сроки после реконструктивной операции (9 мес.) статистически значимо улучшить функциональные результаты лечения в сравнении с пациентами, у которых была применена изолированная пластика малоберцовой коллатеральной связки. Неудовлетворительные результаты лечения обусловлены тяжестью и морфологическими особенностями полученных повреждений, требуют дальнейшего изучения, а также совершенствования применяемых хирургических техник.

**Ключевые слова:** мультилигаментарная травма, повреждение малоберцовой коллатеральной связки, реконструкция связочного аппарата коленного сустава.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Базаров И.С., Гранкин А.С., Рикун О.В., Резванцев М.В., Федоров Р.А. Особенности хирургического лечения пациентов с повреждениями крестообразных связок и стабилизаторов задне-наружного угла коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4): 32-44. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-32-44.

**Cite as:** Khominets V.V., Kudyashev A.L., Bazarov I.A., Grankin A.S., Rikun O.V., Rezvantsev M.V., Fedorov R.A. [Alternative Techniques of Ligament Reconstruction in Patients with Combined Cruciate and Postero-lateral Corner Injuries of the Knee]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 32-44. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-32-44.

Базаров Иван Сергеевич / Ivan S. Bazarov; e-mail: dok055@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 12.10.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 18.11.2020.

© Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Базаров И.С., Гранкин А.С., Рикун О.В., Резванцев М.В., Федоров Р.А., 2020

## Alternative Techniques of Ligament Reconstruction in Patients with Combined Cruciate and Postero-lateral Corner Injuries of the Knee

Vladimir V. Khominets, Alexey L. Kudyashev, Ivan S. Bazarov, Alexey S. Grankin, Oleg V. Rikun, Mikhail V. Rezvantsev, Roman A. Fedorov

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

### Abstract

**Background.** In recent years, there has been an increase in the number of the patients with multiligament knee injuries. A significant proportion of unsatisfactory outcomes of such injuries treatment is associated with this injury features and the objective difficulties of its surgical correction. This determines the need for searching the optimal methods of diagnosis and treatment of such an injury. **The purpose of this study** was to compare the results of surgical treatment of the patients with multiligament knee injury, including the injury of the ligament-tendon complex of the knee posterolateral angle with two different techniques. **Materials and Methods.** The study included 51 patients with multiligament knee injury undergone the surgical treatment from 2007 to 2019. The average age of the patients was  $32.1 \pm 9.2$  years. The patients were divided into two groups. The patients of the main group (24 patients) underwent reconstruction of the cruciate ligaments and the main structures of the posterolateral angle: the fibular collateral ligament, the popliteofibular ligament, and the popliteus tendon. The patients of the comparison group (27 patients) underwent the reconstruction of the cruciate ligaments supplemented with isolated fibular collateral ligament grafting. The results obtained were evaluated clinically using the Lysholm scale (1982), by determining the subjective assessment of treatment outcomes, and by functional X-ray and MRI. The results of the treatment were studied in all injuries: in the main group in 9 months, in the comparison group on average in 16 months after the surgery (from 9 to 43 months). **Results.** The use of the developed diagnostic and surgical methods made it possible to improve the clinical and functional results by the Lysholm scale: the main group 82 [70; 86] points vs the control group 68 [64; 76] points ( $p = 0.003$ ). The II degree residual lateral instability was observed in 2 patients of the main group and in 7 patients of the control. 19 (79.2%) patients in the main group and 18 (66.7%) in the control were satisfied with treatment outcomes according to the scale of subjective assessment. There were no patients who rated the result of their treatment as "good" in the both groups. **Conclusion.** The practical employment of the proposed modification of the fibular collateral ligament grafting by the LaPrade in the patients with multiligament knee injury makes it possible the statistically significant improvement of the treatment functional results after the reconstructive surgery in the medium term (9 months) compared with the patients undergone isolated fibular collateral ligament grafting. The unsatisfactory results of the treatment caused by the severity and morphological features of the injuries. They require further study, as well as the improvement of the surgical techniques.

**Keywords:** multiligament injury, fibular collateral ligament injury, knee ligament apparatus reconstruction.

**Funding:** state budgetary funding.

### Введение

К мультилигаментарным повреждениям коленного сустава относят травмы, характеризующиеся разрывом двух и более его основных стабилизирующих элементов: передней (ПКС) и задней (ЗКС) крестообразных, а также малоберцовой (МБКС) и большеберцовой (ББКС) коллатеральных связок. В большинстве случаев причиной этих травм является дислокация голени, возникающая вследствие непрямого (ротация вокруг фиксированной голени) или, реже, прямого (удар по верхней трети голени в сагиттальной плоскости) механического воздействия на коленный сустав. Распространенность этих повреждений составляет от 0,02 до 5,3% среди всех травм опорно-двигательного аппарата [1, 2, 3, 4, 5, 6]. При диагностике и

лечении мультилигаментарной травмы коленного сустава наибольшую популярность получила классификация, предложенная в 2003 г. R.C. Schenck [7] (табл.1).

Одним из наиболее сложных, прогностически неблагоприятных и малоизученных является мультилигаментарное повреждение, включающее разрыв МБКС. К таковым относятся повреждения KDIL, KDIII, KDIV, KDV типов по R.C. Schenck (2003). Как правило, такие повреждения являются результатом перенесенной высокоэнергетической травмы и неизбежно сопровождаются развитием многонаправленной (многоплоскостной) нестабильности коленного сустава с выраженным нарушением функций конечности [1, 3, 8, 9, 10, 11].

Таблица 1

**Классификация мультилигаментарных повреждений коленного сустава R.C. Schenck (2003)**

Тип повреждения		Поврежденные структуры
KDI	KDIM	ПКС или ЗКС, Б6КС
	KDIL	ПКС или ЗКС, М6КС
KDII		ПКС + ЗКС
KDIII	KDIIIM	ПКС + ЗКС + Б6КС
	KDIIIL	ПКС + ЗКС + М6КС
KDIV		ПКС + ЗКС + Б6КС + М6КС
KDV		Периартикулярные переломы в сочетании с KDI – KDIV

KD(M/L) — knee dislocation (medial/lateral).

Серьезным осложнением рассматриваемых типов мультилигаментарной травмы коленного сустава является невропатия общего малоберцового нерва, частота которой при дислокации голени достигает 40% [6, 9, 11, 12, 13]. Показатели функционального восстановления общего малоберцового нерва после аксоно- и невротомезиса при таких повреждениях варьируют от 14 до 40% [6]. Именно сохраняющаяся посттравматическая невропатия во многом определяет функциональные возможности нижней конечности, в том числе после перенесенных пластических операций на связочном аппарате коленного сустава [6, 12, 13, 14, 15].

Общеизвестно, что отказ от хирургического лечения пациентов с мультилигаментарной травмой коленного сустава приводит к сохранению его выраженной многоплоскостной нестабильности, прогрессированию дегенеративно-дистрофических изменений и значительному нарушению функций конечности [1, 2, 3, 9, 10, 15, 16]. Реконструкции крестообразных связок, в том числе и симультанные, в целом, стали рутинными в повседневной ортопедической практике. Однако способы диагностики, тактика и техника пластических операций у пациентов с мультилигаментарной травмой, включающей разрыв М6КС, являются предметом научных дискуссий. Эти вопросы в совокупности с объективными трудностями диагностики рассматриваемых повреждений определяют необходимость дальнейшего совершенствования хирургического лечения пациентов с мультилигаментарным повреждением.

*Цель исследования* — сравнить результаты хирургического лечения пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, включающим травму связочно-сухожильного комплекса его задне-латерального угла, прооперированных с применением двух различных методик.

**Материалы и методы***Дизайн исследования*

Наблюдательное когортное нерандомизированное.

В исследование было включено 58 пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, находившихся на лечении в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в период с 2007 по 2019 г.

*Критериями включения* в исследование были повреждение одной или обеих крестообразных связок в сочетании с разрывом М6КС, здоровый контралатеральный коленный сустав.

*Критериями исключения* являлись сопутствующие выраженные дегенеративно-дистрофические изменения коленного сустава, внутрисуставные переломы и сочетанный характер травмы.

Из исследования были исключены 7 пациентов: у 4 пациентов не удалось отследить отдаленный результат, у одного пациента диагностировано наличие перелома головки малоберцовой кости, у двоих — наличие выраженных дегенеративных изменений суставного хряща (рис. 1).

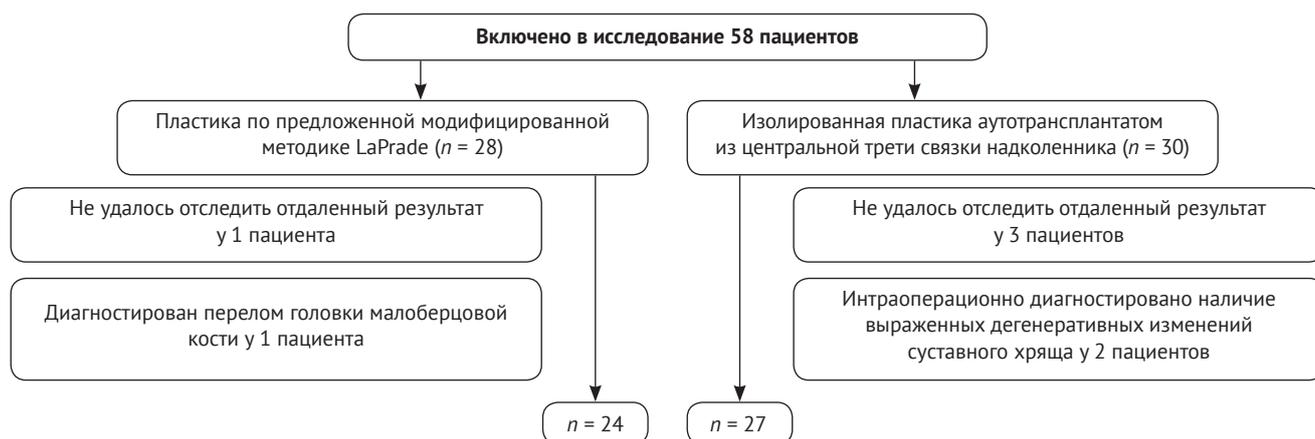


Рис. 1. Блок-схема дизайна исследования

Fig. 1. A patient flowchart

### Пациенты

Возраст больных варьировал от 19 до 57 лет (в среднем 32,1±9,2 года), все пострадавшие были мужчинами. При поступлении у 4 пациентов из 51 (8%) имелся подвывих голени, потребовавший неотложного вправления; 20 пострадавших (39%) имели свежий самостоятельно устраненный подвывих голени. Остальные 27 (53%) пациентов поступали в клинику с застарелым повреждением связочного аппарата коленного сустава с устраненным вывихом или подвывихом голени давностью от 1 мес. до 3 лет (в среднем 14±8,2 мес.). В большинстве случаев травма была высокоэнергетической: у 23 пострадавших из 51 (45%) получена при физической подготовке (прохождение полосы препятствия, неудачное приземление при прыжках с парашютом, падение при катании на велосипеде и т.п.), в 5 (10%) случаях — при выполнении упражнения «прыжок через коня», у 4 (8%) пациентов — при падении с высоты, еще у 12 (24%) пациентов — при занятиях игровыми видами спорта и единоборствами, у одного (2,0%) пострадавшего — в результате подрыва в бронетехнике. У 6 (12%) пациентов характер повреждения был

низкоэнергетическим — травма была получена в быту при подворачивании нижней конечности, причем у четырех из этих пациентов индекс массы тела превышал 32 кг/м<sup>2</sup>.

В зависимости от избранной методики реконструкции МБКС все пациенты были распределены на две сравниваемые группы.

У пациентов основной выборки выполняли реконструкцию крестообразных связок и основных структур задне-латерального угла: МБКС, подколенно-малоберцовой связки и сухожилия подколенной мышцы. У пострадавших группы сравнения реконструкцию крестообразных связок дополняли изолированной пластикой МБКС.

Проверка гипотезы о происхождении групп, сформированных по качественному признаку из одной и той же популяции, проводилась с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона, при этом получено отсутствие статистически значимых различий ( $p>0,05$ ) между распределениями в группах.

Распределение пациентов в соответствии с классификацией мультилигаментарных повреждений коленного сустава R.C. Schenck (2003) представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение пациентов по классификации R.C. Schenck (2003)

Тип повреждения	Основная группа		Группа сравнения		Всего	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
KDIL	10	42	11	41	21	41
KDIII	12	50	15	55	27	53
KDIV	2	8	1	4	3	6
Итого	24	100	27	100	51	100

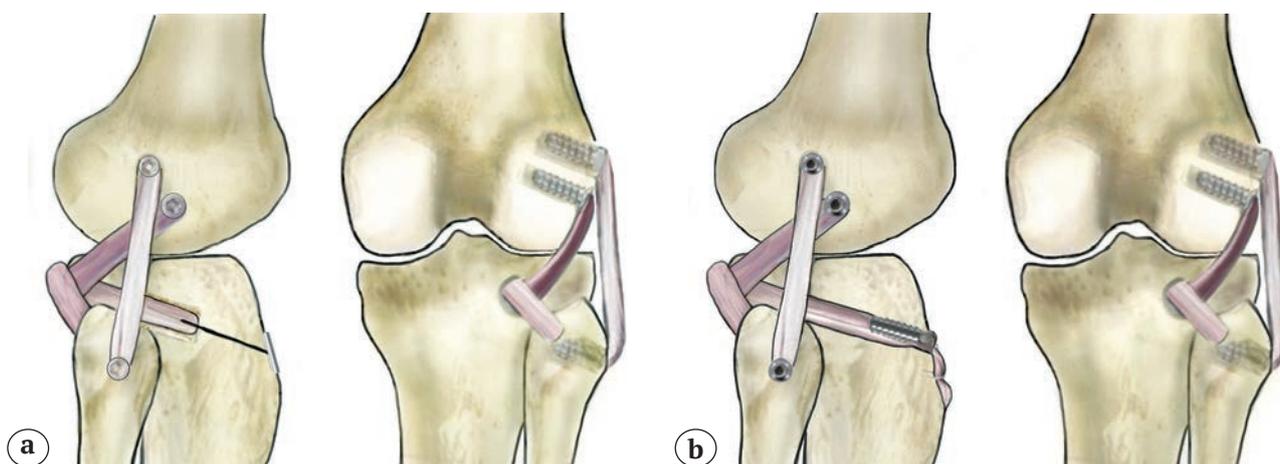
У 12 пациентов из 51 (7 в основной и 5 — в контрольной группах) диагностирована невропатия общего малоберцового нерва, при этом у трех больных неврологический дефицит купировался самостоятельно в течение 6–8 нед. после травмы, а у остальных он потребовал хирургического лечения.

### Хирургическая техника

Предложенный способ предусматривает применение мягкотканного ауто трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы с его прецизионной анатомической четырехточечной фиксацией на надмыщелке бедренной кости, наружном мыщелке большеберцовой кости и головке малоберцовой кости (патент РФ на изобретение 2735997). Принципиальными отличиями предложенной модификации от оригинальной операции LaPrade [17] являлись использование единого ауто трансплантата полусухожильной мышцы (минимально достаточной длиной 22 см), отказ от формирования сквозного канала в проксимальном метаэпифизе

большеберцовой кости, а также применение кортикальной фиксации ауто трансплантата к большеберцовой кости для его натяжения (рис. 2).

Эту операцию дополняли пластикой передней (7 наблюдений из 24 или 29%), задней (3 наблюдения или 13%) или обеих (14 наблюдений или 58%) крестообразных связок (табл. 3). При этом 12 (50%) пациентам пластику ПКС и ЗКС выполнили симультанно с пластикой МбКС, а в двух клинических случаях (8%) первым этапом с реконструкцией МбКС выполнили пластику только ЗКС, а пластику ПКС осуществили отсрочено — от 3 до 9 мес. после первого этапа. В случае одномоментной реконструкции связок коленного сустава сначала осуществляли пластику задней, а затем передней крестообразных связок. При этом окончательное натяжение трансплантатов крестообразных связок выполняли после завершения реконструкции стабилизирующих структур задне-латерального угла коленного сустава, осуществляемого по предложенной методике вторым этапом операции.



**Рис. 2.** Схемы модифицированной (а) и классической (б) реконструкции сухожилия подколенной мышцы, подколенно-малоберцовой связки и малоберцовой коллатеральной связки по LaPrade (рисунок И.С. Базарова)

**Fig. 2.** The schemes of modified (a) and classical (b) reconstruction of the popliteus tendon, popliteofibular ligament and fibular collateral ligament by LaPrade (drawn by I.S. Bazarov)

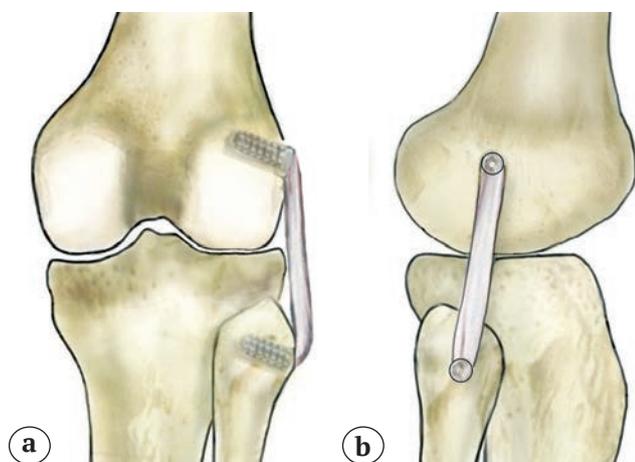
Таблица 3

### Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от выбранного трансплантата для пластики связок

Используемый трансплантат/методика операции	Реконструкция ПКС			Реконструкция ЗКС			Реконструкция ЗЛУ		
	Основная группа	Группа сравнения	Всего	Основная группа	Группа сравнения	Всего	Основная группа	Группа сравнения	Всего
Ауто / ST	19	15	34	–	10	10	24	–	24
Ауто / В-Т-В	2	8	10	14	7	21	–	27	27
Алло / Ахилл	–	–	–	3	3	6	–	–	–

ST — semitendinosus;  
 В-Т-В — bone-tendon-bone;  
 Ахилл — аллотрансплантат из пяточного сухожилия

В группу сравнения вошли 27 из 51 пострадавшего (53%), которым выполнили пластику только малоберцовой коллатеральной связки аутоотрансплантатом из центральной трети связки надколенника по методу LaPrade [18] (рис. 3).



**Рис. 3.** Схема изолированной реконструкции малоберцовой коллатеральной связки (рисунок И.С. Базарова)

**Fig. 3.** The scheme of the isolated fibular collateral ligament reconstruction (drawn by I.S. Bazarov)

Эту операцию также дополняли пластикой передней (7 наблюдений из 27 или 26%), задней (4 наблюдения или 15%) или обеих крестообразных связок (16 наблюдений или 59%) (см. табл. 3). При этом у 9 пострадавших (33%) пластику ПКС и ЗКС осуществили одновременно с реконструкцией МБКС, а в 7 клинических наблюдениях (26%) реконструкцию МБКС выполнили одновременно с пластикой ЗКС, а пластику ПКС проводили отсрочено (через 3–9 мес. после первого этапа).

В обеих сравниваемых выборках хирургическое лечение пациентов со свежей травмой выполняли в период от 21 до 27 дней после повреждения. Этого времени было достаточно для купирования отека мягких тканей и герметизации поврежденной капсулы сустава, что обеспечило возможность выполнения артроскопической операции.

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от выбранного трансплантата для пластики связок представлено в таблице 3. Из данных таблицы следует, что при реконструкции ПКС предпочтение отдавали ST-аутоотрансплантату, а при пластике ЗКС — В-Т-В-аутоотрансплантату. При этом для реконструкции задне-латерального угла коленного сустава применяли ST- или В-Т-В-аутоотрансплантат контрлатеральной конечности.

Из 9 больных с сохранившейся к моменту пластики связок невропатией общего малоберцового нерва в 6 клинических наблюдениях simultан-

но с пластикой структур задне-латерального угла коленного сустава был выполнен его невролиз, а у троих — отсроченный эпинеуральный шов.

### Обследование пациентов

При поступлении всем пострадавшим клиническое обследование дополняли стандартной рентгенографией, рентгенографией с полной опорной нагрузкой на конечность во фронтальной плоскости, функциональной рентгенографией в положении полного разгибания ( $0^\circ$ ) и при сгибании под углом  $140^\circ$ , а также МРТ коленного сустава. При этом пациентам основной группы функциональную рентгенологическую оценку вида и степени выраженности нестабильности выполняли по предложенной методике с применением специально разработанного устройства (патент на полезную модель №197909 от 10.01.2020 г.) (рис. 4).

Степень выраженности нестабильности коленного сустава определяли в соответствии с рентгенологическими критериями, описанными в постановлении правительства Российской Федерации N 565 от 04.07.2013 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе». Наличие варусной нестабильности II и III ст. наряду с данными МРТ считали подтверждением разрыва МБКС.

Пациентам с сопутствующей невропатией общего малоберцового нерва дополнительно выполняли электрофизиологическое исследование проведения импульса по сенсорным и моторным волокнам на аппарате «Нейро-МВП-4» («Нейрософт», Россия), а также его ультразвуковое исследование (УЗИ) на аппарате SonoSite M-Turbo (Fujifilm, США). С целью исключения тромбоза вен нижних конечностей всем больным осуществляли сонографическое исследование сосудов нижних конечностей.

Клиническую картину у пациентов со свежей травмой (9 пострадавших в основной и 15 — в контрольной группах) определяли выраженный болевой синдром и болевой мышечный гипертонус, препятствовавшие диагностике нестабильности коленного сустава, а также гемартроз и обширное кровоизлияние в мягкие ткани. У этих больных функциональное рентгенологическое тестирование производили не ранее чем через 3 нед. после травмы. У 27 пострадавших с застарелым мультилигаментарным повреждением (14 пострадавших в основной и 13 — в группе сравнения) превалировала клиническая картина многонаправленной нестабильности коленного сустава и как следствие — нарушение опорной функции нижней конечности. Для лиц с невропатией общего малоберцового нерва имели место характерные периферические чувствительные нарушения и отсутствие тыльной флексии стопы.



**Рис. 4.** Функциональная рентгенография коленного сустава при повреждении малоберцовой коллатеральной связки:

a — внешний вид конечности с устройством для функциональной рентгенографии;

b — рентгенограмма коленного сустава в прямой проекции без нагрузки;

c — рентгенограмма в прямой проекции с нагрузкой при полном разрыве малоберцовой коллатеральной связки

**Fig. 4.** The functional knee X-ray in the patient with fibular collateral ligament injury:

a — the appearance of the limb with a device for functional X-ray; b — the knee X-ray in frontal plane without load;

c — the knee X-ray in frontal plane with a load in the patient with fibular collateral ligament complete rupture

Выполнение МРТ позволило диагностировать мультилигаментарное повреждение коленного сустава, морфология которого легла в основу распределения пострадавших в соответствии с классификацией R.C. Schenck (2003). Также на МРТ были выявлены сопутствующие повреждения менисков и хряща. Все верифицированные при МРТ травматические изменения были подтверждены во время хирургического лечения в ходе диагностического этапа артроскопии и санированы. Функциональное рентгенологическое обследование обеспечило диагностику многонаправленной нестабильности коленного сустава, включающей латеральную нестабильность.

У 5 (10%) пострадавших со свежим подвывихом голени при УЗИ был выявлен тромбоз поверхностных (2 пациента) или глубоких (3 пациента) вен нижних конечностей. При наличии флотирующих тромботических масс (3 пациента) оперативное лечение выполняли не ранее чем через 3 нед., проведя повторную сонографию, подтверждающую реканализацию тромба. В двух клинических случаях по поводу флотирующего тромба длиной свыше 70 мм был имплантирован съемный кавафильтр. УЗ-признаков повреждений артерий нижних конечностей выявлено не было.

#### Результаты и методы их оценки

Контрольное обследование пациентов основной группы осуществляли через 9 мес. после хирургического лечения. Контрольное обследование пациентов группы сравнения проводили в сроки от 9 до 42 мес. после реконструкции связок колен-

ного сустава (в среднем через 16 мес.). Оно включало традиционное клиническое обследование локального статуса, тестирование по шкале Lysholm, оценку удовлетворенности пациента результатом лечения по традиционной ранговой шкале (хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно), МРТ коленного сустава, функциональную рентгенографию коленного сустава.

#### Этика публикации

Пациенты дали добровольно информированное согласие на участие в исследовании и публикацию клинического наблюдения.

#### Статистический анализ

Проверка эмпирического распределения результатов оценки по шкале Lysholm (1982) и по шкале субъективной оценки исходов лечения на согласие с законом нормального распределения по критерию Шапиро–Уилка показала статистически значимое различие ( $p < 0,01$ ). Для описания числовых характеристик указанных количественных признаков использованы медиана и квартили:  $Me [Q_{25\%}; Q_{75\%}]$ . Оценку значимости различий изучаемых количественных признаков в группах проводили с использованием  $t$ -критерия Стьюдента, а для переменных, закон распределения которых статистически значимо отличался от закона нормального распределения, использовали  $U$  критерий Манна–Уитни. Проверку гипотезы о происхождении групп, сформированных по качественному признаку из одной и той же популяции, проводили с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона.

## Результаты

### Функциональные результаты

При контрольном клиническом обследовании пациентов основной группы остаточную латеральную нестабильность II степени наблюдали у 2 пациентов, при этом у одного из них потребовалось выполнение ревизионной операции (пластики МБКС аллотрансплантатом). В контрольной группе значимую остаточную латеральную нестабильность II степени наблюдали у 7 пациентов, у 4 из них была выполнена ревизионная аллопластика МБКС, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки. У всех 9 пострадавших с выявленной клинически латеральной нестабильностью провели контрольное функциональное рентгенологическое обследование по предложенной методике (патент на полезную модель № 197909 от 10.01.2020 г.), которое позволило определить степень ее выраженности.

В основной группе пациентов ограничение сгибания до угла 135° наблюдали у одного пострадавшего. В группе сравнения — у двоих пациентов (до угла 130° и 120° соответственно), при этом указанные пациенты не имели признаков остаточной нестабильности.

Среди пострадавших с посттравматической невропатией общего малоберцового нерва признаки неврологического дефицита в той или иной степени сохранились у всех 9 больных, которым выполняли нейрохирургические оперативные вмешательства. Для них были характерны отсутствие тыльной флексии, а также чувствительные нарушения.

Оценка функциональных результатов по шкале Lysholm после проведенного лечения составила 73 [65; 82] балла, размах вариации — 41 балл (минимальное значение — 48, максимальное — 89 баллов). У пациентов с повреждениями KDII типа оценка по шкале Lysholm составила 78 [74; 86] баллов, что статистически значимо ( $p < 0,01$ ) выше, чем у пациентов с повреждениями KDIII типа — 68 [64; 82] баллов (колеблемость — от 56 до 88 баллов). С повреждениями KDIV типа было три пациента, у которых оценки составили 64, 72 и 73 балла.

Самая низкая оценка по шкале Lysholm отмечена среди пациентов с невосстановленной функцией общего малоберцового нерва — 62 [60; 68] балла, что статистически значимо ( $p < 0,001$ ) отличается от пациентов с отсутствием невропатии, у которых данная оценка составила 78 [68; 86] баллов.

У пациентов, перенесших операцию в относительно ранние сроки после получения травмы (до 5 нед., оценка по шкале Lysholm составила 72 [65; 81] балла (колеблемость — от 48 до 88 баллов), а в выборке пациентов с застарелым повреждением связочного аппарата коленного сустава — 74

[68; 86] балла (колеблемость от 48 до 89 баллов), статистически значимого различия оценки в группах не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Сравнение достигнутых результатов в исследуемых группах с использованием шкалы Lysholm свидетельствует о преимуществах хирургических подходов, примененных у пострадавших основной группы, в которой оценка по шкале Lysholm статистически значимо ( $p = 0,003$ ) выше и составила 82 [70; 86] балла против оценки в контрольной группе 68 [64; 76] баллов (рис. 5).

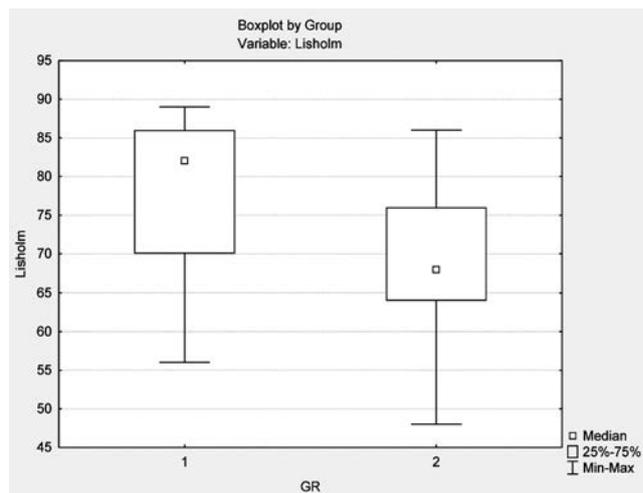


Рис. 5. Сравнение результатов по шкале Lysholm в сравниваемых группах

Fig. 5. The treatment results according to the Lysholm scale in the compared groups

### MPT

По данным MPT, признаки дегенеративно-дистрофических изменений основных и вспомогательных элементов коленного сустава различной степени выраженности в виде синовита (12 пострадавших в основной и 11 — в контрольной группах), хондромалиции (8 пострадавших в основной и 11 — в контрольной группах), трабекулярного отека (7 пострадавших в основной и 11 — в контрольной группах) имели место у большинства пациентов: 15 в основной (62,5%) и 20 — в контрольной группах (74,1%). Следует отметить, что 2 пациента основной и 7 пациентов контрольной групп с диагностированной остаточной нестабильностью коленного сустава вошли в состав описываемых выше клинических случаев с МР-признаками синовита, хондромалиций и трабекулярного отека.

### Субъективная оценка

Субъективная оценка результатов хирургического лечения показала, что неудовлетворенными полученными исходами остаются преимущественно лица с сохраняющейся невропа-

тием общего малоберцового нерва: 5 пострадавших в основной и 4 — в контрольной группах, с выраженной контрактурой коленного сустава: 1 пациент в основной и 2 — в контрольной группах или сохраняющейся латеральной нестабильностью: 2 пострадавших в основной и 7 — в контрольной группах. Также не удовлетворены полученными исходами молодые люди, активно занимавшиеся спортом до получения травмы и не способные вернуться к прежнему виду и уровню физических нагрузок. Удовлетворенными достигнутыми исходами хирургического лечения остались 19 пациентов в основной и 18 в контрольной группах. Пациентов, оценивших результат своего лечения как «хороший» в сравниваемых выборках не было.

### Обсуждение

В данной статье представлен опыт сотрудников клиники военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии по хирургической стабилизации коленного сустава у 51 пациента с мультилигаментарными повреждениями. Его анализ свидетельствует о преимуществах восстановления МБКС, сухожилия подколенной мышцы и малоберцово-подколенной связки в сравнении с изолированной пластикой МБКС по шкале Lysholm ( $p = 0,003$ ).

В исследовании, выполненном С. Shane с соавторами, превалировали пациенты с типами повреждений KDI (78 пациентов) и KDIII (22 пациента) по шкале R.C. Schenck. Пострадавших с типом KDIV было лишь четверо. Таким образом, соотношение пациентов с KDI/KDIII/KDIV составило 20/6/1 [19]. Все пациенты, включенные в наше исследование, имели повреждение МБКС, сочетающееся с разрывом одной или обеих крестообразных связок (51 пострадавший), при этом доля клинических наблюдений с KDIL составила 41%, с KDIII — 53% и KDIV — 6%, что соотносится как 7/9/1. Меньший удельный вес лиц с типом травмы KDIL среди представленных нами клинических наблюдений по сравнению с исследованием С. Shane с соавторами можно объяснить тем, что в их работе тип KDI включал мультилигаментарную травму коленного сустава с повреждением как МБКС, так и с ББКС. Однако в работе R. Schenck отмечено преобладание среди пострадавших с KDI типом лиц с травмой именно латеральных стабилизирующих структур коленного сустава [7].

Превалирование пострадавших с типом повреждения KDIII в проведенном нами исследовании в сравнении с данными литературы обусловлено, по нашему мнению, особенностями пациентов исследуемых групп (45 пострадавших или 88%) и характером повреждений: молодые мужчины, получившие преимущественно высоко-

энергетическую травму при занятиях боевой, специальной или физической подготовкой.

В нашем исследовании поступили в клинику до 3 нед. с момента травмы 24 пациента (47,1%), 27 (52,9%) имели хроническую нестабильность коленного сустава вследствие его мультилигаментарной травмы. Другое соотношение острой (до 3 нед.) травмы к хронической (более 3 нед.) в своих работах показали R. LaPrade с соавторами, проанализировав 71 пациента с мультилигаментарной травмой: 30% к 70% [20]. T. Neri с соавторами сообщили, что в их исследовании это соотношение составляет: 66% пациентов с острой травмой (до 3 нед.), 19% — с подострой травмой (от 3 нед. до 3 мес.), 15% — с застарелой травмой [21].

Пациенты с повреждением общего малоберцового нерва, возникшего вследствие дислокации голени, имеют плохие функциональные результаты оперативного лечения мультилигаментарной травмы [6, 12, 13].

M.W. Jarret с соавторами на основании анализа 13 публикаций, содержащих данные о 686 вывихах голени, сообщили, что средняя частота повреждения малоберцового нерва составляет 26% [13]. Сведения, полученные в нашем исследовании, свидетельствуют о частоте повреждения общего малоберцового нерва, достигающей 24%, что вполне сопоставимо с результатами M.W. Jarret.

Также, по данным с M.W. Jarret соавторами, вероятность восстановления функции малоберцового нерва после различных вариантов лечения его невропатии, включающих консервативную нейротропную терапию, невролиз, пластику нерва, трансфер моторных волокон и комбинацию этих процедур, достигает 38% [13]. В нашем исследовании полное восстановление функции общего малоберцового нерва после консервативного лечения имело место у 3 пациентов из 12 (25%), а в остальных 9 клинических наблюдениях (75%), несмотря на проведенное хирургическое лечение, восстановления функции малоберцового нерва получить не удалось. Этот факт значительно отличается от данных литературы и во многом определил функциональный исход лечения пациентов сравниваемых групп.

Диагностическая и лечебная тактика в остром периоде травмы предполагает выполнение максимально быстрого вправления вывиха голени, стресс-рентгенографии и МРТ коленного сустава, ультразвукового исследования сосудов нижней конечности, а при наличии неврологического дефицита — электронейромиографии [1, 6, 12, 13, 14, 22, 23]. Пациенты, включенные в наше исследование, также были обследованы в соответствии с этими подходами, однако особенностью диагностики являлось применение специально разработанного устройства для функциональной



является неоднородность возрастного состава пациентов, а также морфологии мультилигаментарной травмы коленного сустава. Помимо этого, сравниваемые группы разнородны по признаку выбора методики пластики крестообразных связок, по факту наличия повреждения менисков и суставного хряща. Эти факторы, вероятно, также определяют исходы хирургического лечения. В настоящем наблюдательном исследовании была сделана попытка оценить функциональные и субъективные результаты лечения при использовании двух принципиально разных подходов к реконструкции латеральных стабилизирующих структур коленного сустава — изолированной пластики малоберцовой коллатеральной связки и пластики всех стабилизаторов так называемого задне-латерального угла коленного сустава. Авторы отдают себе отчет, что наблюдение за прооперированными по предлагаемой методике пациентами в течение 9 мес. не может рассматриваться как полноценное доказательство ее значимой роли в достижении и сохранении латеральной стабильности коленного сустава. Необходимы дальнейшие наблюдения за пациентами, чтобы подтвердить эффективность описанной хирургической технологии.

### Заключение

Результаты лечения пациентов с травмой МБКС зависят от особенностей реконструкции связочного аппарата коленного сустава, наличия и выраженности его остаточной нестабильности, а также развившейся послеоперационной контрактуры. При этом неудовлетворительными остаются исходы хирургического лечения пострадавших с сохраняющейся невропатией общего малоберцового нерва, а также у пациентов с высокими функциональными запросами. Одним из путей улучшения функциональных результатов лечения таких пациентов следует считать одномоментную анатомическую реконструкцию МБКС в сочетании с пластикой сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки. Эта операция, выполняемая как один из компонентов реконструкции связочного аппарата коленного сустава позволяет статистически значимо ( $p = 0,003$ ) улучшить исходы лечения пострадавших с мультилигаментарными повреждениями.

### Литература [References]

- Geeslin A.G., LaPrade R.F. Location of bone bruises and other osseous injuries associated with acute grade III isolated and combined posterolateral knee injuries. *Am J Sports Med.* 2010;38(12):2502-2508. doi: 10.1177/0363546510376232.
- Hopper G.P., Heusdens C.H.W., Dossche L., Mackay G.M. Posterolateral corner repair with suture tape augmentation. *Arthrosc Tech.* 2018;7:e1299-e1303. doi: 10.1016/j.eats.2018.08.018.
- Kennedy M.I., Bernhardson A., Moatshe G., Buckley P.S., Engebretsen L., LaPrade R.F. Fibular collateral ligament/posterolateral corner injury: When to repair, reconstruct, or both. *Clin Sports Med.* 2019; 38(2):261-274. doi: 10.1016/j.csm.2018.11.002.
- Baker C.L., Norwood L.A., Hughston J.C. Acute posterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(5):614-618.
- Pallis M.P., Lanzi J.T. Jr., Garcia E.J., William W.M., Chan A.G. Multiple-Ligament Knee Injuries in the United States Military Active-Duty Population. In: *The Multiple Ligament Injured Knee.* Cham: Springer; 2019. p. 489-494.
- Peskun C.J., Chahal J., Steinfeld Z.Y., Whelan D.B. Risk factors for peroneal nerve injury and recovery in knee dislocation. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(3):774-778. doi: 10.1007/s11999-011-1981-0.
- Schenck Jr. R.C. Classification of knee dislocations. *Oper Techniq Sports Med.* 2003;11(3):193-198. doi:10.1053/otsm.2003.35918
- Grawe B., Schroeder A.J., Kakazu R., Messer M.S. Lateral collateral ligament injury about the knee: anatomy, evaluation, and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(6):e120-e127. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00028.
- Arciero R.A. Anatomic posterolateral corner knee reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21(9):1147. doi: 10.1016/j.arthro.2005.06.008.
- Moatshe G., Dean C.S., Chahla J., Serra Cruz R., LaPrade R.F. Anatomic fibular collateral ligament reconstruction. *Arthrosc Tech.* 2016;5(2):e309-e314. doi: 10.1016/j.eats.2016.01.007.
- Рикун О.В., Хоминец В.В. Лечение повреждений и заболеваний коленного сустава у военнослужащих. СПб.: Полторацк; 2020. С. 159-185.
- Rikun O.V., Khominets V.V. *Lecheniye povrezhdeniy i zabolevaniy koleninogo sustava u voyennosluzhashchikh* [Treatment of injuries and diseases of the knee in military personnel]. SPb.: Poltorak; 2020. pp. 159-185. (In Russian).
- O'Malley M.P., Pareek A., Reardon P., Krych A., Stuart M.J., Levy B.A. Treatment of Peroneal Nerve Injuries in the Multiligament Injured/Dislocated Knee. *J Knee Surg.* 2016;29(4):287-292. doi: 10.1055/s-0035-1570019.
- Jarret M.W., Nicholas P.R., John G.E., Nicholas G.M., Peter D.L. A systematic review of peroneal nerve palsy and recovery following traumatic knee dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(10):2992-3002. doi: 10.1007/s00167-015-3676-7
- Stannard J.P., Brown S.L., Farris R.C., McGwin G. Jr., Volgas D.A. The posterolateral corner of the knee: Repair versus reconstruction. *Am J Sports Med.* 2005;33(6):881-888. doi: 10.1177/0363546504271208.
- Heitmann M., Akoto R., Krause M., Hepp P., Schöpp C., Gensior T.J. et al. Management of acute knee dislocations: anatomic repair and ligament bracing as a new treatment option—results of a multicentre study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(8):2710-2718. doi: 10.1007/s00167-018-5317-4.
- Fanelli G.C. (ed.). *The multiple ligament injured knee: a practical guide to management.* Springer; 2004. pp. 211-226
- LaPrade R.F., Johansen S., Wentorf F.A. An Analysis of an Anatomical Posterolateral Knee Reconstruction: An In Vitro Biomechanical Study and Development of a Surgical Technique. *Am J Sports Med.* 2004;32(6):1405-1414. doi: 10.1177/0363546503262687.
- LaPrade R.F., Nicholas N.D., Cram T.R., Cinque M.E., Kennedy M.I. Controlled Early Postoperative

- Weightbearing Versus Nonweightbearing After Reconstruction of the Fibular (Lateral) Collateral Ligament: A Randomized Controlled Trial and Equivalence Analysis. *Am J Sports Med.* 2018; 46(10):2355-2365. doi: 10.1177/0363546518784301.
19. Shane C., Ridley T.J., Mark A.M., Yubo G., Brian R.W., Annunziato A., Matthew J.B. Surgical treatment of multiligament knee injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(10):2983-2991. doi: 10.1007/s00167-014-3451-1.
  20. LaPrade R.F., Terry G.S. Injuries to the Posterolateral Aspect of the Knee. Association of anatomic injury patterns with clinical instability. *Am J Sports Med.* 1997;25(4):433-438. doi: 10.1177/036354659702500403..
  21. Neri T., Myat D., Beach A., Parke D.A. Multiligament Knee Injury Patterns, Outcomes, and Gait Analysis. *Clin Sports Med.* 2018; 38(2):235-246. doi: 10.1016/j.csm.2018.11.010.
  22. Vavken P., Proffen B., Peterson C., Fleming B.C., Machan J.T., Murray M.M. Effects of suture choice on biomechanics and physeal status after bioenhanced anterior cruciate ligament repair in skeletally immature patients: a large-animal study. *Arthroscopy.* 2013;29(1):122-132. doi: 10.1016/j.arthro.2012.07.006.
  23. LaPrade R.F., Heikes C., Bakker A.J., Jakobsen R.B. The reproducibility and repeatability of varus stress radiographs in the assessment of isolated fibular collateral ligament and grade-III posterolateral knee injuries. An in vitro biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(10):2069-2076. doi: 10.2106/JBJS.G.00979.
  24. Sanders T.L., Johnson N.R., Levy N.M., Cole P.A. Jr., Krych A.J., Stuart M., Levy B.A. Effect of Vascular Injury on Functional Outcome in Knees with Multi-Ligament Injury: A Matched-Cohort Analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(18):1565-1571. doi: 10.2106/JBJS.16.01540.
  25. Westermann R.W., Marx R.G., Spindler K.P., Huston L.J.; MOON Knee Group, Amendola A. et al. No Difference Between Posterolateral Corner Repair and Reconstruction With Concurrent ACL Surgery: Results From a Prospective Multicenter Cohort. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(7):2325967119861062. doi: 10.1177/2325967119861062.
  26. Hegyes M.S., Richardson M.W., Miller M.D. Knee dislocation. Complications of nonoperative and operative management. *Clin Sports Med.* 2000;19(3):519-543. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70222-2.
  27. Kupczik F., Schiavon M.E.G., Vieira L.A., Tenius D.P., Fávoro R.C. Knee Dislocation: Descriptive Study of Injuries. *Rev Bras Ortop.* 2013;48(2):145-151. doi: 10.1016/j.rboe.2012.10.002.
  28. Robertson A., Nutton R.W., Keating J.F. Dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(6):706-711. doi: 10.1302/0301-620X.88B6.17448.
  29. Arom G.A., Yeranorian M.G., Petrigliano F.A., Terrel R.D., McAlister D.R. The changing demographics of knee dislocation: a retrospective database review. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(9):2609-2614. doi: 10.1007/s11999-015-3373-0.
  30. Strobel M.J., Schulz M.S., Petersen W.J., Eichhorn H.J. Combined anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament, and posterolateral corner reconstruction with autogenous hamstring grafts in chronic instabilities. *Arthroscopy.* 2006;22(2):182-192. doi: 10.1016/j.arthro.2005.11.001.
  31. Huicheng F., Hunwu X., Sun J., Chang Q., Yu F., Jian C. Treatment of multiple knee-ligament injury with calcaneal tendon allograft using arthroscopy. *Biomed Res.* 2017;28(5):2310-2314.
  32. Dekker T.J., Guerrero E.M. Technical Aspects of Addressing Multiligament Knee Instability. *Duke Orthop J.* 2016;6(1):47-53. doi: 10.5005/jp-journals-10017-1069.
  33. Delee J.C., Riley M.B., Rockwood C.A. Acute posterolateral rotatory instability of the knee. *Am J Sports Med.* 1983;11:199-207. doi: 10.1177/036354658301100403.
  34. Marom N., Ruzbarsky J.J., Roselaar N., Marx R.G. Knee MLI Injuries Common Problems and Solutions. *Clin Sports Med.* 2018;37(2):281-291. doi: 10.1016/j.csm.2017.12.011.
  35. van der List J.P., DiFelice G.S. Preservation of the Anterior Cruciate Ligament: A Treatment Algorithm Based on Tear Location and Tissue Quality. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2016;45(7):E393-E405.
  36. Levy B.A., Dajani K.A., Morgan J.A., Shah J.P., Dahm D.L., Stuart M.J. Repair versus reconstruction of the fibular collateral ligament and posterolateral corner in the multiligament-injured knee. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):804-809. doi: 10.1177/0363546509352459.
  37. Woodmass J.M., Sanders T.L., Johnson N.R., Wu I.T., Krych A.J., Stuart M.J., Levy B.A. Posterolateral Corner Reconstruction using the Anatomical Two-Tailed Graft Technique: Clinical Outcomes in the Multiligament Injured Knee. *J Knee Surg.* 2018;31(10):1031-1036. doi:10.1055/s-0038-1632377.
  38. Fanelli G.C., Orcutt D.R., Edson C.J. The multiple-ligament injured knee: evaluation, treatment, and results. *Arthroscopy.* 2005;21(4):471-486. doi: 10.1016/j.arthro.2005.01.001.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хоминец Владимир Васильевич — д-р мед. наук, начальник кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. khominets\_62@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

Кудяшев Алексей Леонидович — д-р мед. наук, доцент, заместитель начальника кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. a.kudyashev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8561-2289>

## AUTHORS' INFORMATION:

Vladimir V. Khominets — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department and Clinic of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. khominets\_62@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

Alexey L. Kudyashev — Dr. Sci. (Med.), Deputy Head, Department of Military Traumatology and Orthopaedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. a.kudyashev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8561-2289>

*Базаров Иван Сергеевич* — старший ординатор, клиника военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. dok055@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4708-493X>

*Гранкин Алексей Сергеевич* — канд. мед. наук, начальник травматологического отделения клиники военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. Aleksey-Grankin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4565-9066>

*Рикун Олег Владимирович* — канд. мед. наук, доцент кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. rikoleg@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2027-8996>

*Резванцев Михаил Владимирович* — канд. мед. наук, заместитель начальника учебно-методического отдела, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. rmv\_spb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5649-8440>

*Федоров Роман Александрович* — канд. мед. наук, преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. roman.doc83@yanex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3509-4791>

*Ivan S. Bazarov* — senior resident, Clinic of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. dok055@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4708-493X>

*Alexey S. Grankin* — Cand. Sci. (Med.), Head of Trauma Department, Clinic of Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. Aleksey-Grankin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4565-9066>

*Oleg V. Rikun* — Cand. Sci. (Med.), Associated Professor, Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. rikoleg@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2027-8996>

*Mikhail V. Rezvantsev* — Cand. Sci. (Med.), Deputy Head, Educational and Methodical Department, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. rmv\_spb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5649-8440>

*Roman A. Fedorov* — Lecture, Department of Military Traumatology and Orthopaedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. roman.doc83@yanex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3509-4791>

#### **Заявленный вклад авторов:**

*Хоминец В.В.* — концепция и дизайн исследования, редактирование.

*Кудяшев А.Л.* — концепция и дизайн исследования, редактирование.

*Базаров И.С.* — сбор и обработка материала, проведение исследований, статистическая обработка, создание иллюстраций.

*Гранкин А.С.* — сбор и обработка материала, редактирование.

*Рикун О.В.* — сбор и обработка материала.

*Резванцев М.В.* — статистическая обработка.

*Федоров Р.А.* — сбор и обработка материала.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**