

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ТАКТИКИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Хоминец В.В., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Конокотин Д.А., Волов Д.А.

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, e-mail: aleksey-grankin@yandex.ru

Доля неудовлетворительных функциональных результатов хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава остается высокой, достигая 25%. Отсутствие единой тактики лечения, указывает на необходимость разработки обоснованного системного подхода к диагностике и выбору способов хирургической коррекции рассматриваемой патологии. Цель исследования – улучшение результатов лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава путем разработки обоснованного системного подхода к диагностике и выбору тактики хирургического лечения. В исследование включены пациенты с рецидивной нестабильностью коленного сустава ($n = 236$), распределенные на две группы в зависимости от избранной тактики и хронологии лечения. Эффективность разработанной тактики сравнили с традиционным подходом, оценив результаты хирургического лечения в срок не менее 36 месяцев с момента операции. Анализ подвергли следующие показатели коленного сустава: стабильность, амплитуду движений и болевой синдром, функцию, оцененную при помощи ортопедических опросников International Knee Documentation Committee 2000 и Lysholm-Gillquist. Применение разработанной дифференцированной системы хирургического лечения пациентов рассматриваемого профиля позволило добиться значительного улучшения анатомо-функциональных результатов за счет снижения доли рецидивов нестабильности, ротационной нестабильности, остаточной нестабильности, а также уменьшения болевого синдрома и развития контрактур. Разработанный и обоснованный системный подход к хирургическому лечению пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, позволяет исчерпывающе оценить внутрисуставную и экстраартикулярную патологию, индивидуальные особенности пациента, подобрать необходимые и наиболее рациональные техники оперативного лечения и улучшить анатомо-морфологические и клиничко-функциональные результаты лечения.

Ключевые слова: коленный сустав, рецидивная нестабильность коленного сустава, передняя крестообразная связка, ревизионная реконструкция.

OUTCOMES OF A DIFFERENTIATED SURGICAL APPROACH FOR RECURRENT KNEE INSTABILITY

**Khominets V.V., Grankin A.S., Fedorov R.A.,
Konokotin D.A., Volov D.A.**

Military medical academy of S.M. Kirov, St. Petersburg, e-mail: aleksey-grankin@yandex.ru

The proportion of unsatisfactory functional results of surgical treatment of patients with recurrent knee joint instability remains high, reaching 25%. The lack of a unified treatment strategy indicates the need to develop a well-founded systematic approach to the diagnosis and selection of surgical correction methods for the pathology in question. The purpose of the study is to improve the treatment outcomes of patients with recurrent knee joint instability. The study included patients with recurrent instability of the knee joint ($n = 236$). The effectiveness of the developed tactics was compared with the traditional approach, evaluating the results of surgical treatment for at least 36 months from the moment of surgery. The following knee joint parameters were analyzed: stability, range of motion and pain syndrome, function assessed using orthopedic questionnaires International Knee Documentation Committee 2000 and Lysholm-Gillquist. The use of the developed differentiated system of surgical treatment of patients of the profile under consideration has made it possible to achieve significant improvements in anatomical and functional results by reducing the proportion of recurrent instability, rotational instability, residual instability, as well as reducing pain and contracture development. The developed and substantiated systematic approach to the surgical treatment of patients with recurrent instability of the knee joint allows us to comprehensively assess intraarticular and extraarticular pathology, individual characteristics of the patient, select the necessary and most rational surgical treatment techniques and improve anatomical, morphological and clinical and functional treatment results.

Keywords: knee joint, recurrent knee instability, anterior cruciate ligament, revision reconstruction.

Введение. Повреждения передней крестообразной связки (ПКС), сопровождающиеся развитием нестабильности коленного сустава, относятся к числу наиболее частых травм этой области, достигая 57% [1, 2, 3]. Статистика последних лет, указывает, что встречаемость разрывов ПКС находится в диапазоне от 37 до 61 случая на 100 тыс. населения [4, 5, 6]. В тоже время у людей ведущих активный образ жизни, а также спортсменов и военнослужащих распространенность рассматриваемой патологии достигает 3,6‰ [7, 8, 9]. Использование современных хирургических техник стабилизации коленного сустава дает возможность с высокой долей успеха вернуть пациентам желаемый уровень физической активности [10]. На сегодняшний день реконструкция ПКС становится все более распространенной хирургической операцией, однако с ростом количества первичных реконструкций ПКС неуклонно растет число и ревизионных вмешательств [11].

Согласно данным научных публикаций, причинами возникновения РНКС являются повторная травма (от 37% до 79%), технические ошибки, допущенные при первичной операции – до 64%, нарушение процессов лигаментизации и инкорпорации трансплантата – 7-15%, а также несоблюдение послеоперационного протокола 1-13%. [9, 12, 13].

В отличие от первичных операций, ревизионные вмешательства протекают в условиях определенных технических трудностей, связанных, прежде всего, с имеющимися костными туннелями и фиксаторами в мышечках сочленяющихся костей, а также дефицитом пластического материала, необходимого для формирования трансплантата [14, 15]. Помимо этого, в мышечках бедренной и большеберцовой костей могут формироваться дефекты костной ткани значимого размера, требующие выполнения костной пластики, и в этой связи возникает необходимость разделения хирургического лечения на несколько этапов [16]. Также к многоэтапности лечения хирурга могут подтолкнуть типичные для рассматриваемой патологии деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости в виде наклона плато медиально или кзади, оказывающие значимое влияние на результате лечения [7, 17].

Современные принципы лечения пострадавших с РНКС базируются на выявлении факторов, ассоциированных с низкими функциональными результатами их лечения, зависящих от анатомичности предыдущих оперативных вмешательств, компенсации вторичных стабилизаторов коленного сустава, а также прочности и функциональной стабильности используемого трансплантата [18, 19, 20]. Однако в профессиональном сообществе указанные вопросы провоцируют дискуссии о причинах возникновения рецидива нестабильности, необходимом объеме предоперационного обследования и значимости этих методик исследования в выявлении факторов, влияющих на результат лечения пациентов. Количество и очередность этапов хирургической стабилизации, применение тех или иных

техник, целесообразность использования дополнительных оперативных пособий также являются предметами обсуждения в научном ортопедическом сообществе [21, 22, 23]. Вышеизложенные факты определили своевременность изучения проблемы, необходимость формулировки системного подхода к лечению пациентов с РНКС и послужили предпосылкой к выполнению настоящей работы.

Цель исследования – улучшение результатов лечения пациентов с РНКС путем разработки обоснованного системного подхода к диагностике и выбору тактики хирургического лечения.

Материал и методы исследования. Для реализации поставленной цели было проведено ретро- и проспективное когортное нерандомизированное исследование, основанное на сравнении функциональных результатов лечения 236 пациентов с РНКС, проходивших лечение в клинике военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова с 2008 по 2022 гг. по поводу разрыва или функциональной несостоятельности трансплантата ПКС.

При планировании настоящего исследования было выделено четыре последовательных этапа. Первый посвящен анализу результатов лечения пациентов ретроспективной группы ($n=122$, 51,7%). Результатом его проведения стало выявление и систематизация анатомических повреждений и декомпенсации вторичных стабилизаторов и синергистов ПКС, а также индивидуальных особенностей пациентов, оказывающих негативное влияние на исход или являющимися предикторами рецидива. В ходе второго этапа работы установили показания к выбору одно- или двухэтапной тактики хирургического лечения пациентов указанного профиля, а также необходимый объем предоперационного обследования. На третьем этапе, опираясь на данные, полученные в результате первых двух этапов, разработали новые и усовершенствовали широко используемые техники стабилизации коленного сустава и коррекции последствий повреждений. Консолидация обоснованного объема диагностики и разработанных хирургических подходов позволили предложить оригинальную дифференцированную систему лечения пациентов с РНКС. Четвертый этап посвящен анализу результатов лечения пациентов проспективной группы ($n=114$, 48,3%), оперированных с использованием предложенной системой, а также сравнению их с таковыми у пострадавших ретроспективной группы.

В исследование не включали пациентов с III и IV стадиями гонартроза, сопутствующими гематологическими, эндокринными, метаболическими и ревматологическими заболеваниями, сопровождающимися патологическими изменениями суставов, приемом кортикостероидов, а также с реконструкцией связочного аппарата на контрлатеральной конечности, ввиду невозможности определения степени нестабильности.

В зависимости от применяемой тактики лечения и его хронологии пациентов разделили на 2 группы: ретроспективную (использованную, на четвертом этапе исследования, в качестве группы сравнения), пациенты которой проходили лечение в период с 2008 по 2017 гг. с применением традиционного подхода к лечению РНКС, и проспективную (основную) – оперированные в клинике в период с 2018 по 2022 гг. с использованием разработанной дифференцированной системой лечения пациентов с РНКС. Все обследуемые заполняли информационное согласие на участие в исследовании.

В обеих группах преобладали мужчины. В проспективной их было 96 (84,2%), женщин – 18 (15,8%). В ретроспективной группе: мужчин – 98 (80,3%), женщин – 24 (19,7%). Все больные были трудоспособного возраста, в проспективной группе их возраст варьировал от 16 до 57, в ретроспективной – от 17 до 55 лет. Средний возраст пациентов в проспективной группе составил $26,2 \pm 8,8$ года, в ретроспективной – $31,4 \pm 9,4$ года.

Объем клинического обследования включал в себя изучение клинических тестов на стабильность коленного сустава: симптомы переднего выдвижного ящика и циферблата часов, тесты Лахмана, Лози, наружный ротационно-рекурвационный, варус-/вальгус-стресс. Шкалу, предложенную Р. Beighton (1973 г.), использовали для оценки гипермобильности крупных суставов. Из дополнительных методик обследования применяли стандартные и функциональные рентгенологические исследования, телерентгенографию, КТ, в том числе с 3D реконструкцией, и МРТ.

При стандартной рентгенографии первично выявляли выраженность дегенеративно-дистрофических изменений коленного сустава, наличие и вид фиксаторов трансплантата ПКС. Функциональное рентгенологическое исследование направлено на оценку и определения степени нестабильности коленного сустава в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Для сравнения использовали показатели контрлатерального сустава. Телерентгенограммы выполняли в двух проекциях. На передне-задней оценивали механическую ось нижней конечности и анатомический бедренно-большеберцовый угол, на боковой проекции – угол наклона мыщелков большеберцовой кости кзади (posterior slope). На стандартной КТ и 3D реконструкциях определяли анатомичность положения внутрисуставных апертур костных туннелей и их размер, степень остеолита и лизиса, наличие и вид фиксирующих систем, а также ремоделирование костных трансплантатов и возможность выполнения второго этапа хирургического лечения. Для оценки корректности положения апертуры туннеля на бедренной кости использовали методику расчета, предложенную М. Bernard, а для расчета на большеберцовой кости – методику анатомических координатных осей [24, 25]. МРТ позволила оценить состояние трансплантата ПКС – его натяжение, разволокнение, лигаментизацию и ход волокон, повреждение менисков, гиалинового хряща и связочных структур

переднелатерального и заднебоковых отделов сустава, таких как переднелатеральная связка (ПЛС), заднемедиальный и заднелатеральный сухожильно-связочные комплексы (ЗМССК и ЗЛССК) [26]. В ходе диагностического этапа артроскопии подтверждали полученные данные и принимали окончательное решение о тактике лечения.

Для объективизации оценки функции коленного сустава использовали опросники ортопедических шкал International Knee Documentation Committee 2000 (IKDC 2000) и Lysholm-Gillquist.

Ретроспективный анализ исходов лечения пациентов с РНКС выявил неудовлетворительные функциональные результаты в 22,1% по шкале IKDC 2000 и 20,5% по шкале Lysholm-Gillquist. Причинами развития нестабильности явились повторная травма в 63,9%, технические ошибки первичной пластики ПКС и нарушение послеоперационного протокола в 36,1%. Рецидив патологии зафиксирован у 14 (11,5%), «остаточная» и ротационная нестабильности у 92 (75,4%) и 19 (15,6%) пострадавших соответственно, рецидивирующие синовиты отметили 3 (2,5%) наблюдаемых, болевой синдром – 31 (25,4%) и ограничение амплитуды движений – 28 (22,9%).

Использование многофакторного анализа позволило выявить анатомические повреждения и индивидуальные особенности пациентов, оказывающие влияние на результат хирургического лечения пациентов с РНКС. Наиболее значимые из них: рамповые разрывы медиального (19,7%) и отрыв корня латерального (12,3%) менисков, глубокие повреждения гиалинового хряща (12,3%), мультилигаментарные повреждения (12,3%), прямая (46,7%) и ротационная (38,5%) нестабильности III степени, варусная деформация нижней конечности на уровне коленного сустава более 5° (6,5%), наклон мыщелков большеберцовой кости кзади более 14° (1,6%) ($p < 0,05$). Основными факторами, влияющими на результат хирургического лечения указанной категории пациентов являются возраст моложе 30 лет, повышенная физическая активность и гипермобильность крупных суставов ($p < 0,05$).

Критериями, не позволяющими выполнить одноэтапную ревизионную стабилизацию коленного сустава, установлены: расширенные более 11 мм в диаметре внутрисуставные апертуры, их не анатомичное расположение, образование критичных дефектов костной ткани на протяжении туннелей, а также характерные деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости (изменение анатомического бедренно-большеберцового угла более 5° в варусную позицию по сравнению с контрлатеральной конечностью, наклон плато большеберцовой кости кзади более 14°).

Разработанная система дифференцированного хирургического лечения пациентов с РНКС, основанная на выявлении и коррекции указанных факторов, негативно влияющих на результат, применялась в лечении пациентов проспективной группы. Практическое ее

применение отображено в алгоритме хирургического лечения пострадавших рассматриваемой категории (рисунок 1).

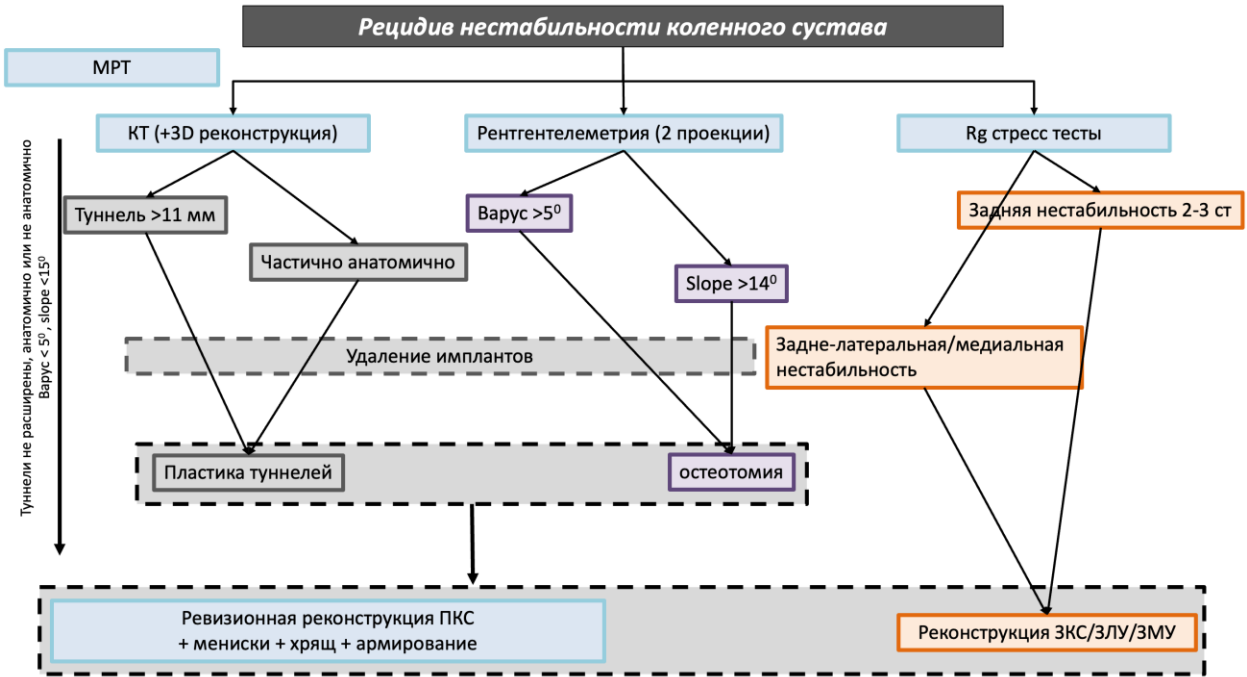


Рис. 1. Алгоритм хирургического лечения пациентов с РНКС
(составлен авторами по результатам исследования)

Для оценки эффективности и обоснования необходимости использования системного подхода использовали результаты лечения пациентов ретроспективной группы. По гендерным и возрастным характеристикам, уровню физической активности, степени выраженности нестабильности коленного сустава, механизмам и обстоятельствам получения травм, а также по наличию и степени выраженности сопутствующей патологии сравниваемые группы пациентов были сопоставимы, что позволило провести корректный сравнительный анализ.

Значимые различия выявлены в количестве этапов хирургического лечения и структуре оперативных вмешательств (таблица 1).

Таблица 1

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости
от количества этапов лечения

Количество этапов	Проспективная группа (n=114; 100%)	Ретроспективная группа (n=122; 100%)	Всего	Уровень Р
Одноэтапная тактика	82 (71,9%)	107 (87,7%)	189	0,0024
Двухэтапная тактика	32 (28,1%)	15 (12,3%)	47	

Примечание: составлена авторами на основе данных полученных в ходе исследования

Увеличение доли двухэтапной тактики произошло ввиду изменения предпочтений хирургов первичной реконструкции в сторону анатомичных техник (транспортиальная и «все внутри») и, как следствие, выявлению большей доли костных туннелей расположенных

частично анатомично или расширенных и потребовавших выполнения костной пластики у пациентов проспективной группы (таблица 2). Также увеличилась доля коррегирующих остеотомий проксимального метаэпифиза большеберцовой кости (таблица 3).

Таблица 2

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости
от пластики измененных костных туннелей

Пластика измененных костных туннелей	Проспективная группа (n=23; 20,2%)	Ретроспективная группа (n=9; 7,4%)	Всего	Уровень Р
Расширенных	14 (12,3%)	9 (7,4%)	23	0,0269
Расположенных частично анатомично	9 (7,9%)	0 (0,0%)	9	

Примечание: составлена авторами на основе данных полученных в ходе исследования

Таблица 3

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от вида остеотомии
большеберцовой кости

Остеотомия б/берцовой кости (высокая клиновидная)	Проспективная группа (n=16; 14,0%)	Ретроспективная группа (n=6; 4,9%)	Всего	Уровень Р
Вальгизирующая открывающаяся	12 (10,5%)	5 (4,1%)	17	0,6779
Дефлексионная закрывающаяся	4 (3,5%)	1 (0,8%)	5	

Примечание: составлена авторами на основе данных полученных в ходе исследования

В ходе ревизионной реконструкции в проспективной группе достоверно чаще использовали техники коррекции ротационного компонента нестабильности, а также армирования трансплантата синтетической лентой (таблица 4).

Таблица 4

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости
от структуры оперативных вмешательств

Вид реконструкции	Проспективная группа, (n=114; 100%)	Ретроспективная группа, (n=122; 100%)	Уровень Р
Изолированная ПКС	99 (86,8%)	107 (87,7%)	1,0000
ПКС+	15 (13,2%)	15 (12,3%)	
Экстра-артикулярное армирование	34 (29,8%)	13 (10,7%)	0,0002
Интраартикулярное армирование	31 (27,2%)	2 (1,6%)	<0,0001

Примечание: составлена авторами на основе данных полученных в ходе исследования

Помимо реконструкции связочных структур вторичных стабилизаторов выявлены

статистические значимые различия в виде применяемой хондропластики, направленной на восполнение дефекта гиалинового хряща опорных поверхностей (таблица 5).

Таблица 5

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от вида хондропластики

Вид хондропластики	Проспективная группа (n=77; 67,5%)	Ретроспективная группа (n=90; 73,8%)	Уровень Р
резекционная	48 (62,3%)	58 (64,4%)	0,0059
остеоперфоративная	21 (27,3%)	32 (35,6%)	
аутохондропластика	8 (10,4%)	(0,0%)	

Примечание: составлена авторами на основе данных полученных в ходе исследования

Результаты хирургического лечения пациентов сравниваемых групп явились: балльный рейтинг, определяемый при помощи специальных ортопедических шкал Lysholm-Gillquist и IKDC 2000; стабильность сустава, оцененную при помощи предложенной и внедренной рентгенологической методики и мануальных тестов; наличие и рецидивирование синовита; болевой синдром и амплитуду движений (таблицы 6, 7, рисунок 3).

Таблица 6

Распределение пациентов сравниваемых групп с низким функциональным результатом в зависимости от факторов, оказывающих влияние на исход

Фактор	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Уровень Р
Рецидив	5 (4,4%)	14 (11,5%)	0,0455
Остаточная нестабильность	41 (36,0%)	92 (75,4%)	<0,0001
Ротационная нестабильность	7 (6,1%)	19 (15,6%)	0,0207
Синовит	1 (0,9%)	3 (2,5%)	0,6227
Контрактура	13 (11,4%)	28 (22,9%)	0,0249
Боль	12 (10,5%)	31 (25,4%)	0,0031

Примечание: составлена авторами на основе данных полученных в ходе исследования

Таблица 7

Результаты оперативного лечения пациентов сравниваемых групп, оцененные при помощи функциональных шкал

Опросник	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Уровень Р
IKDC 2000	78,87 ± 14,58	68,83 ± 13,05	<0,0001
Lysholm-Gillquist	77,75 ± 13,52	68,70 ± 13,03	<0,0001

Примечание: составлена авторами на основе данных полученных в ходе исследования

Заключение. Использование предложенной системы дифференцированного хирургического лечения, основанной на системном подходе к диагностике и коррекции факторов, оказывающих негативное влияние на исход и предикторов рецидива патологии позволяет улучшить функциональные результаты лечения и снизить долю рецидивов патологии у пациентов с РНКС.

Список литературы

1. Adams B.G., Houston M.N., Cameron K.L. The Epidemiology of Meniscus Injury // *Sports Med Arthrosc Rev.* 2021;29(3):e24-e33. DOI: 10.1097/JSA.0000000000000329.
2. Abudaqqa R.Y., Elsheoibi A.M., Al Mas A.J., Arun K.P., Shaaban F.A., Aliessa K.A. The Correlation Between Graft Size and Graft Failure in Hamstring Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction // *Cureus.* 2024;16(2): e55069. DOI: 10.7759/cureus.55069.
3. Bernholt D.L., Kennedy M.I., Crawford M.D., DePhillipo N.N., LaPrade R.F. Combined Anterior cruciate ligament reconstruction and lateral extra-articular tenodesis. *Arthroscopy techniques* 2019;9 (8): e855-e859.
4. Dave L.Y., Leong O.K., Karim S.A., Chong C.H. Tunnel enlargement 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a radiographic and functional evaluation // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24(2):217-23. DOI: 10.1007/s00590-013-1175-4.
5. de Sa D., Crum R.J., Rabuck S., Ayeni O., Bedi A., Baraga M., Getgood A., Kaar S., Kropf E., Mauro C., Peterson D., Vyas D., Musahl V., Lesniak B.P. The REVision Using Imaging to Guide Staging and Evaluation (REVISE) in ACL Reconstruction Classification // *J Knee Surg.* 2021; 34(5): 509-519. DOI: 10.1055/s-0039-1697902.
6. Dean R.S., LaPrade R.F. ACL and Posterolateral Corner Injuries // *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine.* 2019; 13(1): 123–132. DOI: 10.1007/s12178-019-09581-3
7. Dejour D., Rozinthe A., Demey G. First revision ACL reconstruction combined with tibial deflexion osteotomy improves clinical scores at 2 to 7 years follow-up // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023;31(10):4467-4473. DOI: 10.1007/s00167-023-07493-x.
8. Хоминац В.В., Рикун О.В., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Федотов А.О., Базаров И.С., Конокотин Д.А. Совершенствование ревизионных операций по восстановлению передней крестообразной связки коленного сустава у военнослужащих // *Вестник Российской Военно-медицинской академии.* 2020; 72(4); 201-207. DOI: 10.17816/brmma62829.
9. Biset A., Douiri A., Robinson J.R., Laboudie P., Colombet P., Graveleau N., Bouguennec N. Tibial tunnel expansion does not correlate with four-strand graft maturation after ACL reconstruction

using adjustable cortical suspensory fixation // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023;31(5):1761-1770. DOI: 10.1007/s00167-022-07051-x

10. Vap A.R., Persson A., Fenstad A.M., Moatshe G., LaPrade R.F., Engebretsen L. Re-revision anterior cruciate ligament reconstruction: an evaluation from norwegian knee ligament registry // *Arthroscopy* 2019;35(6):1695-1701. DOI: 10.1016/j.arthro.2019.01.027.

11. Andernord D., Björnsson H., Petzold M., Eriksson B.I, Forssblad M., Karlsson J., Samuelsson K. Surgical predictors of early revision surgery after anterior cruciate ligament reconstruction // *Amer J Sports Med.* 2014;42(7):1574-1582. DOI: 10.1177/0363546514531396.

12. Arnold M.P., Calcei J.G., Vogel N., Magnussen R.A., Clatworthy M., Spalding T., Campbell J.D., Bergfeld J.A., Sherman S.L. ACL Study Group survey reveals the evolution of anterior cruciate ligament reconstruction graft choice over the past three decades // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 29:3871–3876. DOI: 10.1007/s00167-021-06443-9.

13. Hurley E.T., Mojica E.S., Kanakamedala A.C., Meislin R.J., Strauss E.J., Campbell K.A., Alaia M.J. Quadriceps tendon has a lower re-rupture rate than hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction - A meta-analysis // *J. ISAKOS.* 2022;7(2):87-93. DOI: 10.1016/j.jisako.2021.10.001.

14. Nielsen T.G., Sørensen O.G., Lind M. Single- or two-stage revision after failed ACL reconstruction: No differences in re-revision rates and clinical outcomes // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2024; 32(1):89-94. DOI: 10.1002/ksa.12024.

15. Ifarraguerri A.M., Graham G.D., White A.B., Berk A.N., Gachigi K.K., Siparsky P.N., Trofa D.P., Piasecki D.P., Fleischli J.E., Saltzman B.M. Two-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction reduces failure risk but leads to lesser clinical outcomes than single-stage revision after primary anterior cruciate ligament graft failure: a retrospective cohort study // *Knee Surg Relat Res.* 2025;37(1):5. DOI: 10.1186/s43019-024-00257-y.

16. Tollefson L.V., Shoemaker E.P., Slette E.L., LaPrade R.F. Concomitant Opening-Wedge Distal Femoral Osteotomy and Anterior Closing-Wedge Proximal Tibial Osteotomy With Tunnel Bone Grafting for the First Stage of a Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction // *Arthrosc Tech.* 2024;13(9):103054. DOI: 10.1016/j.eats.2024.103054.

17. Duerr R.A., Ormseth B., DiBartola A., Geers K., Kaeding C.C., Siston R., Flanigan D.C., Magnussen R.A. Association of Elevated Posterior Tibial Slope With Revision Anterior Cruciate Ligament Graft Failure in a Matched Cohort Analysis // *Am J Sports Med.* 2023;51(1):38-48. DOI: 10.1177/03635465221134806.

18. Хомянец В.В., Кудяшев А.Л., Гайворонский И.В., Гранкин А.С., Семенов А.А., Конокотин Д.А. Способ реконструкции связочно-сухожильного комплекса коленного сустава,

- обеспечивающего его варусную стабильность // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2022; 24(1); 61-68. DOI: 10.17816/brmma87931.
19. Tapasvi S., Shekhar A. Revision ACL Reconstruction: Principles and Practice // Indian J Orthop. 2021;55(2):263-275. DOI: 10.1007/s43465-020-00328-8.
20. Gracia G., Cavaignac M., Marot V. et al. Epidemiology of Combined Injuries of the Secondary Stabilizers in ACL-Deficient Knees: Medial Meniscal Ramp Lesion, Lateral Meniscus Root Tear, and ALL Tear: A Prospective Case Series of 602 Patients With ACL Tears From the SANTI Study Group // Am J. Sports Med. 2022;50(7):1843-1849. DOI: 10.1177/03635465221092767.
21. 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.
22. Angachekar D., Archik S., Narvekar A., Kulkarni A., Patel S. A Single-Stage Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy for Varus Alignment Correction With Revision Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction // Cureus. 2024.16(3). e55992. DOI: 10.7759/cureus.55992.
23. Kew M.E., Miller M.D., Werner B.C. Chapter 5: Techniques For ACL Revision Reconstruction // Sports Med Arthrosc Rev. 2020;28(2): e11-e17. DOI: 10.1097/JSA.0000000000000262.
24. Bernard M., Hertel P., Hornung H. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. Am. J. Knee Surg. 1997;(10):14-22..
25. Tsukada H. Ishibashi Y., Tsuda E. Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints // J. Orthop Sci. 2008 Mar;13(2):122-9. DOI: 10.1007/s00776-007-1203-5.
26. Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Чеботарев С.В., Гранкин А.С., Федоров Р.А. Сравнительный анализ эффективности остеоперфоративных методик в лечении локальных повреждений суставного хряща коленного сустава у военнослужащих // Военно-медицинский журнал. 2024; 345(2); 35-44. DOI: 10.52424/00269050_2024_345_2_35.