



Структура операций ревизионной пластики передней крестообразной связки: анализ 234 наблюдений

А.С. Сапрыкин, М.В. Рябинин, Н.Н. Корнилов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Введение. В настоящее время на фоне широкого распространения реконструкции передней крестообразной связки (ПКС), несмотря на довольно высокие показатели успешных исходов, возрастает потребность в ревизионных реконструкциях, которые более сложны, чем первичные вмешательства.

Цель исследования — изучить структуру операций ревизионной реконструкции ПКС, определить роль повторной травмы в причинах несостоятельности первичного трансплантата ПКС, объем вмешательств, а также сроки с момента выполнения предшествующей операции.

Материал и методы. Проведен ретро- и проспективный анализ 257 ревизионных реконструкций ПКС у 234 пациентов, выполненных в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2011 по 2021 г. Исследование включало оценку половозрастного состава пациентов, причин выполненных ревизий, объема и особенностей вмешательств, а также сроков с момента выполнения предшествующей реконструкции ПКС.

Результаты. Отмечена тенденция к ежегодному росту количества выполняемых ревизионных реконструкций ПКС, причем медиана срока выполнения ревизии составляет всего 4,0 года. Среди пациентов, которым выполнялась ревизионная реконструкция ПКС, преобладали мужчины (75,2%), а медиана возраста составила 31,0 год (25,0–36,0 лет). Среди причин ревизионной пластики ПКС на первом месте была повторная травма, однако в 38,9% наблюдений она отсутствовала. Пациенты, получившие повторную травму во время занятий спортом, были достоверно моложе остальной когорты ($p = 0,005$). Наиболее популярными при ревизионной реконструкции ПКС были трансплантаты аллогенного происхождения: они использовались в 53,0% случаях первичных ревизий и в 60,9% повторных ревизий. Большинство ревизионных реконструкций ПКС (95,7%) выполнялось одноэтапно, и только в 4,3% случаев применялся двухэтапный подход.

Заключение. Несмотря на то, что основными причинами ревизионных реконструкций ПКС явились повторные травмы, существенная доля пациентов нуждалась в данном вмешательстве без повторного повреждения, что обусловлено погрешностями выполнения первичного вмешательства. Таким образом, для снижения тренда к увеличению подобных операций необходимо создание системы профилактики повторных травм у прооперированных пациентов, а также совершенствование технологий первичного вмешательства.

Ключевые слова: коленный сустав, передняя крестообразная связка, реконструкция, ревизия, артроскопия.

Сапрыкин А.С., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н. Структура операций ревизионной пластики передней крестообразной связки: анализ 234 наблюдений. *Травматология и ортопедия России*. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1783>.

Сапрыкин Александр Сергеевич; e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Рукопись получена: 25.05.2022. Рукопись одобрена: 25.07.2022. Статья опубликована онлайн: 25.08.2022.

© Сапрыкин А.С., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н., 2022



Trends in Revision ACL Reconstruction: Analysis of 257 Procedures

A.S. Saprykin, M.V. Rybinin, N.N. Kornilov

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Introduction. Despite the anterior cruciate ligament reconstruction (ACL-R) is considered to be routine and successful procedure the burden of patients who needs revision surgery is growing worldwide.

Purpose. To describe the gender and social-demographic characteristics of this cohort of patients, analyze the reasons leading to revision ACL-R (re-ACL-R), estimate survival-ship of primary procedure as well as highlight clinically relative aspects of revision surgery.

Methods. Methods. The database of Vreden Orthopaedic Center for the period from 01.01.2011 to 31.12.2021 searched for patients admitted for re-ACL-R. 234 patients (257 knees) agreed to take part in the study. Patient records with surgery reports, clinical exams and PROM's analyzed.

Results. There was a tendency to annual increase of re-ACL-R while the time between primary and revision procedures was just 4.0 years in average. Young males dominated among re-ACL-R cohort (75.2%, 31.0 years). The acute trauma prevailed over other reasons of ACL-R failure however, it was absent in 39.1% of cases. Patients who injured performing sports were significantly younger than the rest of the cohort ($p = 0.005$). Allografts were the most popular choice both for first re-ACL-R (53.0%) and re-revision ACL-R (60.9%). Interestingly that majority of re-ACL-R were performed in one stage while two-staged approach implemented only in 4.3% of cases.

Conclusion. The main cause for re-ACL-R is repeated injury but significant percentage of patients develops recurrence of instability without trauma in middle-term period after ACL-R. Therefore to reduce the numbers of re-ACL-R both the proper post-op sport injury prevention program and improvement of surgical technique are of the same importance.

Keywords: knee, anterior cruciate ligament, reconstruction, revision surgery, arthroscopy.

Cite as: Saprykin A.S., Rybinin M.V., Kornilov N.N. [Trends in Revision ACL Reconstruction: Analysis of 257 Procedures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1783>.

✉ Aleksandr S. Saprykin; e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Submitted: 25.05.2022. Accepted: 25.07.2022. Published Online: 25.08.2022.

© Saprykin A.S., Rybinin M.V., Kornilov N.N., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) являются одной из наиболее часто встречающихся травм коленного сустава, особенно среди пациентов молодого возраста [1]. В частности, только в США ежегодно регистрируется до 200 000 случаев разрыва ПКС [2]. При персистенции боли и различных симптомов нестабильности показано хирургическое лечение, позволяющее восстановить функцию коленного сустава и вернуться к привычному для пациента уровню физической активности и спорта. В связи с этим реконструкция ПКС на сегодняшний день получила широкое распространение в мире.

Несмотря на то, что реконструкция ПКС является довольно успешной ортопедической операцией, позволяющей добиться высокой частоты положительных исходов, доля неудовлетворительных результатов с несостоятельностью трансплантата, по данным литературы, может достигать 17% [3].

К сожалению, по мере увеличения общего числа выполняемых первичных реконструкций ПКС также возрастает потребность и в ревизионных операциях. Крупные многоцентровые когортные исследования сообщают о частоте ревизионных реконструкций ПКС от 1,7% до 7,7% [4, 5]. При этом только в США ежегодно выполняется около 13 000 ревизионных вмешательств на ПКС [6].

Помимо этого, следует отметить также повышенный интерес к данной проблеме и в научной среде, что можно оценить по динамике публикационной активности. Первые единичные сообщения, посвященные различным аспектам ревизионной реконструкции ПКС, в базе PubMed датируются началом 1980-х гг. (рис. 1). Но начиная с 2000 г. и до настоящего времени можно наблюдать кратный рост количества публикаций — их число достигло 191 в 2021 г.

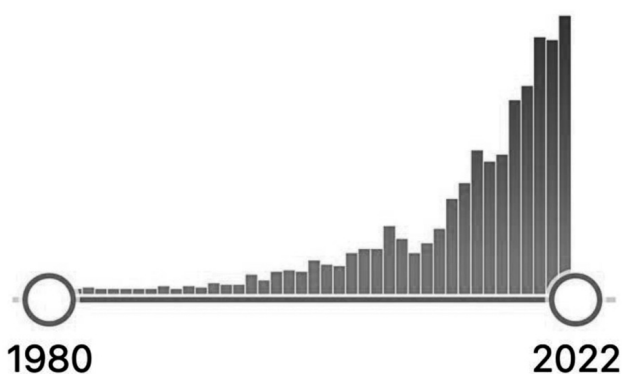


Рис. 1. Динамика публикационной активности в базе PubMed по запросу «revision ACL reconstruction»

Fig. 1. Dynamics of publication activity in the PubMed database upon request 'revision ACL reconstruction'

Таким образом, в последние десятилетия в мире значительно возрос интерес к ревизионной реконструкции ПКС на фоне повышающейся потребности в подобных вмешательствах в клинической практике во всем мире. Накопленный клинический опыт в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена позволил проанализировать общую структуру ревизионных реконструкций ПКС на большом объеме материала и выделить ряд наиболее актуальных аспектов, освящению которых посвящена данная работа.

Цель исследования — изучить структуру ревизионных реконструкций ПКС, рассмотреть роль повторной травмы в причинах несостоятельности первичного трансплантата ПКС, объем вмешательств, а также сроки с момента выполнения предшествующего вмешательства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Из общей базы операций НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена ретро- и проспективно была получена информация о 234 пациентах, которым выполнялась ревизионная пластика ПКС с 2011 по 2021 г. — 176 мужчин (75,2%), 58 женщин (24,8%). Медиана возраста пациентов на момент выполнения вмешательства составила 31,0 год (25,0–36,0). Общее число оперативных вмешательств у данных пациентов составило 257, из которых 234 первичных и 23 повторных (ре-ревизий) ревизий ПКС. Ретроспективная часть исследования включала 164 наблюдения, а проспективная — 70.

Нами были проанализированы следующие переменные: динамика числа ревизионных операций за исследуемый период, наличие и характер травм после первичной реконструкции ПКС, виды применяемых трансплантатов и частота их использования во время первичной и повторной реконструкции ПКС.

Статистический анализ

Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel (2020). Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 2.5.9 (ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе исследуемых более 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3).

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение трех и более групп по количественному

показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения — с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия χ^2 Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализировав число выполняемых ревизионных реконструкций ПКС в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2011 по 2021 г., мы отметили их постоянный рост (за исключением 2019 и 2020 гг.), которое достигло отметки 43 в 2021 г. (рис. 2).

При анализе сроков проведения ревизионной операции относительно момента первичной реконструкции ПКС оказалось, что более половины ревизий (57,1%) были выполнены в течение первых 5 лет (рис. 3). Обращает на себя внимание, что медиана срока выполнения ревизионных вмешательств составила всего 4,0 года (3,0–8,0).

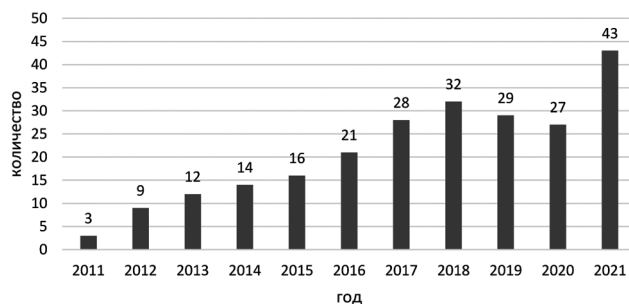


Рис. 2. Динамика ревизионных реконструкций ПКС в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена

Fig. 2. Dynamics of revision ACL reconstructions at Vreden Orthopedic Center

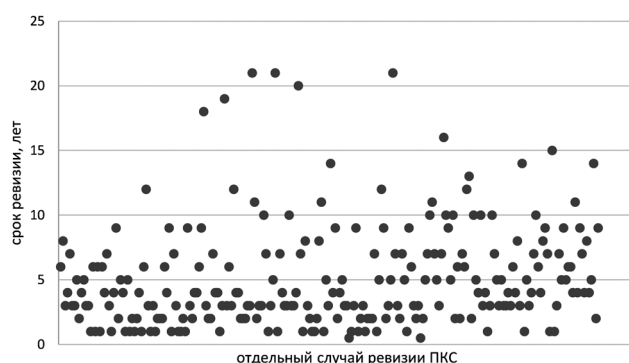


Рис. 3. Сроки выполнения ревизионной реконструкции ПКС с момента первичной (предшествующей) операции, лет

Fig. 3. Terms of revision ACL reconstruction from the primary (previous), years

При анализе зависимости времени, прошедшего между операциями, от вида первичного трансплантата были установлены статистически значимые различия ($p = 0,013$) (табл. 1). Так, наиболее высокая медиана срока выполнения ревизии наблюдалась у пациентов с синтетическим протезом и ауто сухожильным трансплантатом из средней трети связки надколенника с костными блоками (ВТВ), далее следовали аллотрансплантаты, ауто трансплантаты из сухожилия полусухожильной и нежной мышц (STG).

Повторные травмы, после которых возникла необходимость в ревизионной реконструкции ПКС, были отмечены у 143 пациентов (61,1%). Причем повреждения, полученные в бытовых условиях, преобладали над спортивными: 79 (33,8%) и 64 (27,4%) соответственно. Доля пациентов без повреждений в анамнезе перед ревизионной реконструкцией ПКС хоть и была меньше, но тем не менее их количество было достаточно большим — 91 (38,9%) пациент.

При сопоставлении факта повторной травмы с видом первичного трансплантата ($p = 0,366$) и пола пациента ($p = 0,281$) нам не удалось установить статистически значимых взаимосвязей. Однако при определении зависимости наличия и типа повторной травмы от возраста пациентов были установлены статистически значимые различия ($p = 0,005$). Так, пациенты с повторной травмой, полученной во время занятий спортом, были моложе остальных (табл. 2).

Нами были проанализированы виды применяемых трансплантатов и частота их использования у пациентов во время первичной и повторной реконструкции ПКС. Стоит отметить, что виды применяемых трансплантатов во время первичной и ревизионной операций были схожими, однако частота их использования существенно варьировала. Так, в качестве трансплантатов для замещения ПКС использовались аутологичные сухожилия полусухожильной и нежной мышц (STG), средней трети связки надколенника с костными блоками (ВТВ), сухожилие четырехглавой мышцы (QT), сухожилие длинной малоберцовой мышцы (PL), аллотрансплантаты длинной малоберцовой, задней большеберцовой мышц и связки надколенника, а также синтетические протезы. Во время ревизии и ре-ревизии ПКС хирурги чаще других отдавали предпочтение аллосухожильным трансплантатам, по сравнению с ауто сухожилиями полусухожильной и нежной мышц (STG) при первичной реконструкции (табл. 3).

Таблица 1

Анализ времени, прошедшего между операциями, в зависимости от вида первичного трансплантата

Вид трансплантата	Срок между операциями, лет		n	p*
	Me	Q ₁ -Q ₃		
Ауто STG	3,6	2,2-5,7	138	$p_{\text{ауто ВТВ} - \text{ауто STG}} = 0,026$ $p_{\text{алло} - \text{ауто STG}} = 0,421$ $p_{\text{синтетика} - \text{ауто STG}} = 0,031$ $p_{\text{алло} - \text{ауто ВТВ}} = 0,138$ $p_{\text{синтетика} - \text{ауто ВТВ}} = 0,967$ $p_{\text{синтетика} - \text{алло}} = 0,218$ $p_{\text{общ.}} = 0,013$
Ауто ВТВ	6,0	2,8-8,4	35	
Алло	4,2	2,4-6,9	41	
Синтетический протез	6,4	2,5-12,1	20	

STG — сухожилие полусухожильной и нежной мышц; ВТВ — средняя треть связки надколенника с костными блоками; Алло — аллосухожильный трансплантат; * — различия показателей статистически значимы $p_{\text{общ.}} = 0,013 (<0,05)$.

Таблица 2

Зависимость повторной травмы от возраста

Повторная травма	Возраст, лет		n	p*
	Me	Q ₁ -Q ₃		
Не было	33,0	25,0-38,0	91	$p_{\text{спортивная} - \text{не было}} = 0,011$ $p_{\text{бытовая} - \text{не было}} = 0,931$ $p_{\text{бытовая} - \text{спортивная}} = 0,020$ $p_{\text{общ.}} = 0,005^*$
Спортивная	28,0	24,0-34,0	64	
Бытовая	31,0	26,0-37,0	79	

* — различия показателей статистически значимы $p_{\text{общ.}} = 0,005^* (<0,05)$.

Таблица 3

Виды используемых трансплантатов, абс. (%)

Вид трансплантата	Первичная реконструкция ПКС	Ревизия ПКС	Ре-ревизия ПКС
Ауто STG	138 (59,0)	33 (14,1)	1 (4,3)
Ауто ВТВ	35 (15,0)	70 (29,9)	8 (34,8)
Алло TP	26 (11,1)	88 (37,6)	9 (39,1)
Алло PL	15 (6,4)	35 (15,0)	3 (13,1)
Алло ВТВ	0 (0,0)	1 (0,4)	2 (8,7)
Синтетический протез	20 (8,5)	3 (1,3)	0 (0,0)
Ауто QT	0 (0,0)	1 (0,4)	0 (0,0)
Ауто PL	0 (0,0)	2(0,9)	0 (0,0)
Ауто STG контралатеральный	0 (0,0)	1 (0,4)	0 (0,0)
Всего	234 (100)	234 (100)	23 (100)

STG — сухожилие полусухожильной и нежной мышц; ВТВ — средняя треть связки надколенника с костными блоками; QT — сухожилие четырехглавой мышцы; PL — сухожилие длинной малоберцовой мышцы; TP — сухожилие задней большеберцовой мышцы; Алло — аллосухожильный трансплантат.

Среди аллотрансплантатов превалировало сухожилие задней большеберцовой мышцы. Все аллотрансплантаты были заготовлены отделом консервации органов и тканей НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена. Для стерилизации тканей применялся антисептический комплекс в морозоустойчивой жидкой среде. Подобный метод обладает определенными преимуществами по сравнению с другими, такими как гамма-облучение, газобразная окись этилена, слабые растворы формалина с антибиотиками и пероксид водорода. Основными достоинствами стерилизации при помощи антисептического комплекса в морозоустойчивой жидкой среде являются простота хранения и транспортировки трансплантатов, а также минимальное воздействие на структуру материала и его биологические свойства [7].

У большинства пациентов (203 (86,8%)) выполнялась изолированная ревизионная реконструкция ПКС, и только в 31 случае (13,2%) потребовалась комбинированная операция с дополнительной пластикой других стабилизаторов коленного сустава: задней крестообразной связки, медиальной и латеральной коллатеральных связок и т.д.

Преимущественно хирурги прибегали к методике одноэтапной ревизии, и лишь в 10 (4,3%) случаях вмешательство проводили в два этапа. Двухэтапная ревизионная реконструкция ПКС выполнялась при необходимости костной пластики каналов (5 (2,1%)), после санирующих операций в связи с развившимся осложнением в виде хирургической инфекции (3 (1,3%)) либо артролиза при выраженном артрофиброзе коленного сустава, который выполнялся первым этапом перед ревизионной реконструкцией ПКС (2 (0,9%)).

В целом потребность в выполнении костной пластики во время ревизионной реконструкции ПКС возникла всего в 12 (5%) наблюдениях. Помимо костной пластики на первом этапе лечения, в 7 (2,9%) случаях она выполнялась и одновременно с ревизией ПКС. В качестве костного трансплантата применялись чаще губчатые аллогенные ($n = 9$), чем аутологичные (из гребня подвздошной кости) костные трансплантаты ($n = 3$). Костный дефект в области бедренного канала требовал пластического замещения чуть реже, чем большеберцового: 6 (2,5%) и 10 (4,2%) наблюдений соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ключевыми моментами, установленными в ходе данного исследования, стали особенности демографических показателей, оценка роли повторной травмы в причинах несостоятельности трансплантата и выполнения ревизионной реконструкции ПКС, динамика количества подобных вмешательств и клинические особенности их ре-

ализации, включая частоту применения различных трансплантатов.

Во-первых, полученные нами данные о распределении по возрасту и гендерному признаку пациентов, которым выполнялась ревизионная реконструкция ПКС, сопоставимы с общемировой научной литературой: основную часть пациентов составляют лица молодого возраста, преимущественно мужчины [8]. Данный факт можно объяснить высокой распространенностью среди данной категории населения спортивных травм коленного сустава с разрывом ПКС, требующим ее реконструкции. Это, в свою очередь, создает предпосылки для потенциальной ревизионной операции в различные сроки после первичной операции.

Во-вторых, проанализированный материал позволил оценить нам влияние повторной травмы на несостоятельность и повреждение трансплантата ПКС. В целом причины ревизионной реконструкции ПКС достаточно разнообразны, и их принято объединять в более крупные категории. В частности, предлагается отдельно рассматривать травматические и атравматические причины ревизионной реконструкции ПКС. В первую категорию входят пациенты, которыми была получена повторная травма в различных условиях (бытовых и/или спортивных), после которой был отмечен рецидив нестабильности в результате повреждения и/или несостоятельности трансплантата [9]. Доля пациентов, у которых рецидив нестабильности и последующая ревизионная реконструкция ПКС произошли после повторной травмы, составила 61,1%. По данным научных работ, этот показатель находится в пределах от 18 до 79% [10, 11]. Ко второй категории относятся пациенты, неудовлетворительный результат у которых (сохраняющаяся нестабильность, боль, ограничение амплитуды движений в коленном суставе) не связан с повторным эпизодом травмы и проявляется в различные сроки после первичного оперативного вмешательства. В нашем исследовании на эту категорию приходилось 38,9% наблюдений. Наиболее частой причиной осложнений у данной категории пациентов являются технические ошибки. К ним относятся некорректное позиционирование каналов, а соответственно, и трансплантата, а также недиагностированные комбинированные повреждения других стабилизаторов коленного сустава [12, 13]. Реже среди атравматических причин встречаются погрешности в реабилитации, биологические факторы и инфекционные осложнения [14]. В рамках данного исследования мы не ставили перед собой цель детализации структуры атравматических причин несостоятельности трансплантата ПКС.

В-третьих, в подавляющем большинстве проанализированных нами случаев (95,7%) хирурги прибегали к одноэтапной методике ревизионной реконструкции ПКС. Подобный подход позволяет исключить риски повторной операции и анестезиологического пособия, уменьшить период персистенции нестабильности в коленном суставе и сроки полного восстановления, а также имеет экономические преимущества [15]. Тем не менее стоит отметить, что одноэтапная ревизия ПКС не всегда показана и возможна технически. Наиболее частой причиной двухэтапной ревизии ПКС является необходимость пластического восполнения обширных костных дефектов в области старых каналов [16]. Кроме этого, подобная тактика целесообразна в условиях возникшей хирургической инфекции и артрофиброза. Данные многоцентрового исследования ревизионной реконструкции ПКС (MARS) показывают, что двухэтапная ревизионная реконструкция выполняется в 8–9% случаев [17].

В-четвертых, было установлено, что во время ревизионной операции сохраняется достаточно широкая вариабельность применения различных трансплантатов, но при этом преобладали аллосухожильные материалы, доля которых составила 52,6% во время первичных ревизий и 60,9% при ре-ревизиях, что сопоставимо с публикациями других авторов. Так, по данным многоцентрового исследования ревизионной реконструкции ПКС (MARS) было выявлено, что 54% хирургов отдавали предпочтение аллотрансплантатам, в то время как при первичной пластике их доля составила лишь 27% [17]. Необходимо отметить, что проблема выбора оптимального трансплантата остается открытой как для первичной, так и для ревизионной реконструкции ПКС. В научной среде данный аспект по-прежнему активно обсуждается, но однозначного ответа на вопрос: «Какой трансплантат является предпочтительным?» — пока не дано [18, 19]. Высокую популярность аллотрансплантатов можно объяснить, с одной стороны, ограниченным выбором аутоматериала, а с другой — техническими особенностями реализации ревизионной реконструкции ПКС. Аллотрансплантаты за счет широкой вариабельности размеров и условной неограниченности в количестве являются довольно удобными при выполнении ревизионной пластики ПКС, особенно в условиях необходимости мультилигаментарной реконструкции и заполнения ограниченных костных дефектов [20].

В нашем исследовании доля мультилигаментарных реконструкций составила всего 13% от всех операций ревизионной пластики ПКС.

Таким образом, ежегодный рост числа ревизионных реконструкций ПКС и короткие сроки, в которые возникает необходимость выполнения повторных операций, требуют, с одной стороны, создания системы мероприятий, направленных на профилактику повторных травм у прооперированных пациентов, не только при занятиях спортом, но и в быту, а с другой — совершенствования технологий первичного вмешательства. Учитывая, что в настоящее время в клинической практике используется широкий спектр различных методик первичной и ревизионной реконструкции ПКС, включая разнообразные подходы к формированию каналов, виды трансплантатов и способы их фиксации, оптимальным инструментом изучения модифицируемых факторов риска повторных вмешательств мог бы стать национальный регистр пластики ПКС. Зарубежные аналоги регистров ПКС успешно функционируют на протяжении последних лет в ряде стран [21, 22]. Создание и внедрение подобного отечественного регистра реконструкции ПКС позволило бы увеличить объем доступного для анализа клинического материала из различных лечебных учреждений, что необходимо для качественного повышения клинической и научной ценности дальнейших исследований в данном направлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди пациентов, подвергающихся ревизионной пластике ПКС, существенно преобладают мужчины (более 75%). Причиной, приводящей к необходимости ревизионной реконструкции ПКС, в большинстве случаев является повторная травма. Однако доля пациентов, нуждающихся в данном вмешательстве без повторной травмы в анамнезе, остается весьма высокой (38,9%), что чаще всего обусловлено погрешностями проведения первичной операции. В подавляющем числе наблюдений хирурги прибегают к одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС, что имеет преимущества в тех случаях, когда ее выполнение возможно технически и не ухудшает результат лечения. Популярность аллогенных сухожильных и сухожильно-костных трансплантатов обусловлена тем, что они облегчают техническое решение задач, которые стоят перед хирургом во время ревизионной реконструкции ПКС.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**Заявленный вклад авторов**

Сапрыкин А.С. — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка данных, написание текста статьи.

Рябинин М.В. — разработка концепции и дизайна исследования, редактирование текста статьи.

Корнилов Н.Н. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста статьи, интерпретация полученных данных.

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.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Acevedo R.J., Rivera-Vega A., Miranda G., Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies. *Curr Sports Med Rep.* 2014;13(3):186-191. doi: 10.1249/JSR.0000000000000055.
- Frobell R.B., Roos E.M., Roos H.P., Ranstam J., Lohmander L.S. A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med.* 2010;363(4):331-342. doi: 10.1056/NEJMoa0907797.
- Sanders T.L., Pareek A., Hewett T.E., Levy B.A., Dahm D.L., Stuart M.J. et al. Long-term rate of graft failure after ACL reconstruction: a geographic population cohort analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(1):222-228. doi: 10.1007/s00167-016-4275-y.
- Hettrich C.M., Dunn W.R., Reinke E.K., Spindler K.P.; MOON Group; Spindler K.P. The rate of subsequent surgery and predictors after anterior cruciate ligament reconstruction: two- and 6-year follow-up results from a multicenter cohort. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):534-40. doi: 10.1177/0363546513490277.
- Leiter J.R., Gourlay R., McRae S., de Korompay N., MacDonald P.B. Long-term follow-up of ACL reconstruction with hamstring autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(5):1061-1069. doi: 10.1007/s00167-013-2466-3.
- Leroux T., Wasserstein D., Dwyer T., Ogilvie-Harris D.J., Marks P.H., Bach B.R. Jr. et al. The epidemiology of revision anterior cruciate ligament reconstruction in Ontario, Canada. *Am J Sports Med.* 2014;42(11):2666-2672. doi: 10.1177/0363546514548165.
- Рыков Ю.А. Сравнительная оценка морфологической эволюции сухожильных и костных аллотрансплантатов, заготовленных разными способами. *Травматология и ортопедия России.* 2010;(1): 172-174. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-172-174.

DISCLAIMERS**Author contribution**

Saprykin A. S. — the concept and design of study, data collection, analysis and interpretation of the obtained data, statistical data processing, writing of the manuscript.

Rybinin M.V. — the concept and design of the study, writing and editing of the manuscript.

Kornilov N.N. — the concept and design of the study, writing and editing of the manuscript, interpretation of the obtained data.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

- Rykov Y.A. [Comparative assessment of morphologic evolution of tendinous and bone allografts sterilized using different methods]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;(1):172-174. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-172-174.
- Dini F., Tecame A., Ampollini A., Adravanti P. Multiple ACL Revision: Failure Analysis and Clinical Outcomes. *J Knee Surg.* 2021;34(8):801-809.
 - Samitier G., Marciano A.I., Alentorn-Geli E., Cugat R., Farmer K.W., Moser M.W. Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arch Bone Jt Surg.* 2015;3(4):220-240.
 - Grassi A., Kim C., Marcheggiani Muccioli G.M., Zaffagnini S., Amendola A. What Is the Mid-term Failure Rate of Revision ACL Reconstruction? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(10):2484-2499. doi: 10.1007/s11999-017-5379-5.
 - Yan X., Yang X.G., Feng J.T., Liu B., Hu Y.C. Does Revision Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction Provide Similar Clinical Outcomes to Primary ACL Reconstruction? A Systematic Review and Meta-Analysis *Orthop Surg.* 2020;12(6):1534-1546. doi: 10.1111/os.12638.
 - Desai N., Andernord D., Sundemo D., Alentorn-Geli E., Musahl V., Fu F. et al. Revision surgery in anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 17,682 patients from the Swedish National Knee Ligament Register. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(5):1542-1554. doi: 10.1007/s00167-016-4399-0.
 - Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Тихилов Р.М., Сушков И.В., Мурга Е.Я. Влияние положения туннелей на результаты транстибиальной реконструкции передней крестообразной связки. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(3):7-16. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-7-16.

- Bantser S.A., Trachuk A.P., Bogopol'sky O.E., Tikhilov R.M., Sushkov I.V., Murga E.A. [Effect of bone tunnels positioning on outcomes of transtibial anterior cruciate ligament reconstruction]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(3):7-16. doi:10.21823/2311-2905-2017-23-3-7-16.
14. Wylie J.D., Marchand L.S., Burks R.T. Etiologic Factors That Lead to Failure After Primary Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Clin Sports Med.* 2017;36(1):155-172.
15. Richter D.L., Werner B.C., Miller M.D. Surgical Pearls in Revision Anterior Cruciate Ligament Surgery: When Must I Stage? *Clin Sports Med.* 2017;36(1):173-187. doi: 10.1016/j.csm.2016.08.008.
16. de Sa D., Crum R.J., Rabuck S., Ayeni O., Bedi A., Baraga M. et al. The REvision Using Imaging to Guide Staging and Evaluation (REWISE) in ACL Reconstruction Classification. *J Knee Surg.* 2021;34(5):509-519. doi: 10.1055/s-0039-1697902.
17. MARS Group, Wright R.W., Huston L.J., Spindler K.P., Dunn W.R., Haas A.K. et al. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):1979-1986. doi: 10.1177/0363546510378645.
18. Duchman K.R., Lynch T.S., Spindler K.P. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Surgery: Who gets What and Why? *Clin Sports Med.* 2017;36(1):25-33. doi: 10.1016/j.csm.2016.08.013.
19. Mall N.A., Abrams G.D., Azar F.M., Traina S.M., Allen A.A., Parker R. et al. Trends in primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction among National Basketball Association team physicians. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2014;43(6):267-271.
20. Condello V., Zdanowicz U., Di Matteo B., Spalding T., Gelber P.E., Adravanti P. et al. Allograft tendons are a safe and effective option for revision ACL reconstruction: a clinical review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(6):1771-1781. doi: 10.1007/s00167-018-5147-4.
21. Kvist J., Kartus J., Karlsson J., Forssblad M. Results from the Swedish national anterior cruciate ligament register. *Arthroscopy.* 2014;30(7):803-810. doi: 10.1016/j.arthro.2014.02.036.22.
- Snaebjörnsson T., Hamrin Senorski E., Svantesson E., Westin O., Persson A., Karlsson J. et al. Graft Fixation and Timing of Surgery Are Predictors of Early Anterior Cruciate Ligament Revision: A Cohort Study from the Swedish and Norwegian Knee Ligament Registries Based on 18,425 Patients. *JB JS Open Access.* 2019;4(4):e0037. doi: 10.2106/JBJS.OA.19.00037.

Сведения об авторах

✉ Сапрыкин Александр Сергеевич

Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,
ул. Академика Байкова, д. 8

<https://orcid.org/0000-0003-2315-4160>

e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Рябинин Михаил Владимирович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-7504-3086>

e-mail: ryabininm@rambler.ru

Корнилов Николай Николаевич — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-6905-7900>

e-mail: drkornilov@hotmail.com

Authors' information

✉ Aleksandr S. Saprykin

Address: 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427,
Russia

<https://orcid.org/0000-0003-2315-4160>

e-mail: saprykin.a.s.93@gmail.com

Mikhail V. Rybinin — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-7504-3086>

e-mail: ryabininm@rambler.ru

Nikolai N. Kornilov — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-6905-7900>

e-mail: drkornilov@hotmail.com