Check for updates

клиническая практика 2024 Том 15 №4

ПРИМЕНЕНИЕ СУХОЖИЛИЯ ДЛИННОЙ МАЛОБЕРЦОВОЙ МЫШЦЫ В КАЧЕСТВЕ АУТОТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЛАСТИКЕ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

А.П. Призов[1, 2], А.М. Востриков[1], Д.В. Скворцов[3, 4], Ф.Л. Лазко[1, 2], М.Ф. Лазко[1, 2], Е.А. Беляк[1, 2], А.В. Крытаева[5]

[1] Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Медицинский институт, Москва, Россия;

[2] Городская клиническая больница имени В.М. Буянова, Москва, Россия;

[3] Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий, Москва, Россия;

[4] Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

[5] Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Повреждения передней крестообразной связки занимают лидирующее место среди всех травм коленного сустава. К разрыву передней крестообразной связки чаще всего приводят спортивные и высокоэнергетические травмы. Цель настоящего систематического обзора — сравнить результаты пластики передней крестообразной связки при помощи сухожилия длинной малоберцовой мышцы и аутотрансплантата из сухожилия полусухожильной и нежной мышц. Проанализированы оригинальные статьи из поисковых систем PubMed, Google Scholar, eLibrary, Scopus и Web of Science. Ключевые слова для поиска включали «peroneus longus tendon» or «fibularis longus tendon» и «anterior cruciate ligament reconstruction» or «ACL reconstruction». В русскоязычных базах данных использовали аналогичные термины. Из статей извлечены следующие параметры: оценка функциональных результатов по шкале Тегнера–Лисхольма и опроснику для субъективной оценки состояния пациентов с различными повреждениями коленного сустава IKDC (International Knee Documentation Committee); оценка среднего диаметра аутотрансплантата; нестабильность коленного сустава; возможные осложнения; оценка функции голеностопного сустава и стопы по шкалам AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) и FADI (foot and ankle disability index). Эти параметры применялись для оценки клинических исследований использования аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы для реконструкции передней крестообразной связки. Авторами проанализированы результаты лечения 2322 пациентов, которым была выполнена пластика передней крестообразной связки с использованием аутотрансплантатов из сухожилия длинной малоберцовой мышцы (n=1660) и сухожилия полусухожильной мышцы (n=662). Показатели послеоперационного состояния по шкалам AOFAS и FADI для сухожилия длинной малоберцовой мышцы составили 96,47±2,71 и 97,72±2,58 соответственно, что не отличается от здоровой стороны (p >0,05). Лучшие баллы по шкале IKDC составили 94,13±4,66 для сухожилия длинной малоберцовой мышцы и 95,12±0,73 для полусухожильной мышцы, по шкале Тегнера–Лисхольма — 99,15±2,89 и 99,85±0,37 соответственно. Таким образом, аутотрансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы является подходящей альтернативой для реконструкции передней крестообразной связки, так как находится вне области коленного сустава.

Ключевые слова: *артроскопия; передняя крестообразная связка; сухожилие длинной малоберцовой мышцы; сухожилие полусухожильной мышцы; сухожилие нежной мышц.*

Для цитирования:

Призов А.П., Востриков А.М., Скворцов Д.В., Лазко Ф.Л., Лазко М.Ф., Беляк Е.А., Крытаева А.В. Применение сухожилия длинной малоберцовой мышцы в качестве аутотрансплантата при первичной пластике передней крестообразной связки: систематический обзор. *Клиническая практика.* 2024;15(4):59–69. doi: https://doi.org/10.17816/clinpract629185

Поступила 18.03.2024 Принята 04.11.2024 Опубликована online 28.11.2024

Лицензия CC BY-NC-ND 4 /
The article can be used under the CC BY-NC-ND 4 license

THE USE OF THE LONG PERONEAL MUSCLE TENDON AS AN AUTOGRAFT DURING THE PRIMARY PLASTICS OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT: A SYSTEMATIC REVIEW

A.P. Prizov[1, 2], A.M. Vostrikov[1], D.V. Skvortsov[3, 4], F.L. Lazko[1, 2], M.F. Lazko[1, 2], E.A. Belyak[1, 2], A.V. Krytaeva[5]

[1] Peoples' Friendship University of Russia, Medical Institute, Moscow, Russia;

[2] City Clinical Hospital named after V.M. Buyanov, Moscow, Russia;

[3] Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies, Moscow, Russia;

[4] The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

[5] The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

The anterior cruciate ligament injuries take the leading place among all the injuries of the knee joint. The rupture of the anterior cruciate ligament most frequently occurs during sports-related and high-energy traumas. The aim of the present systematic review is to compare the results obtained after the anterior cruciate ligament plastics with using the long peroneal muscle tendon and the autograft made from the common tendon of the semitendinous and gracilis muscles. The analysis includes the original articles from the PubMed, Google Scholar, eLibrary, Scopus and Web of Science search systems. The key words for the search included ("peroneus longus tendon" or "fibularis longus tendon") and ("anterior cruciate ligament reconstruction" or "ACL reconstruction"). In the Russian data bases, the same terms were used. From the articles found, the following parameters were extracted: the evaluation of the functional results using the Tegner–Lysholm scale and the questionnaire for subjective assessment of the status among the patients with various knee joint injuries — IKDC (International Knee Documentation Committee); the evaluation of the mean diameter of the autotransplant; the instability of the knee joint; as well as the possible complications; the evaluation of the functions in the ankle joint and the foot using the AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) and FADI (Foot and Ankle Disability Index) scales. These parameters were used for evaluating the clinical research works on using the autograft made from the long peroneal muscle tendon for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. The authors have analyzed the treatment results in 2322 patients which underwent anterior cruciate ligament plastics using the long peroneal muscle tendon (n=1660) and the semitendinous muscle tendon (n=662) autotransplants. The parameters of the postoperative status according to the AOFAS and FADI scales for the long peroneal muscle tendon were 96.47±2.71 and 97.72±2.58, respectively, which does not differ from the uninjured side (p >0.05). The best IKDC scale scores were 94.13±4.66 for the long peroneal muscle tendon and 95.12±0.73 for the semitendinous muscle tendon, while the scores of the Tegner–Lysholm scale were 99.15±2.89 and 99.85±0.37, respectively. Thus, the autograft made using the long peroneal muscle tendon is a proper alternative for the reconstruction of the anterior cruciate ligament, for it is located outside the area of the knee joint.

Keywords: *arthroscopy; anterior cruciate ligament; long peroneal muscle tendon; semitendinous muscle tendon; gracilis muscle tendon.*

For citation:

Prizov AP, Vostrikov AM, Skvortsov DV, Lazko FL, Lazko MF, Belyak EA, Krytaeva AV. The use of the long peroneal muscle tendon as an autograft during the primary plastics of the anterior cruciate ligament: a systematic review. *Journal of Clinical Practice*. 2024;15(4):59–69. doi: https://doi.org/10.17816/clinpract629185

Submitted 18.03.2024 Revised 04.11.2024 Published online 28.11.2024

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения передней крестообразной связки занимают лидирующее место среди всех травм коленного сустава [1]. К разрыву передней крестообразной связки чаще всего приводят спортивные и высокоэнергетические травмы, например автомобильная авария или падение на колено, при котором стопа находится в положении подошвенного

https://doi.org/10.17816/clinpract629185

сгибания [2]. Анатомическая реконструкция передней крестообразной связки — это современный золотой стандарт для восстановления стабильности коленного сустава, снижения частоты вторичных разрывов менисков и, как следствие, посттравматического остеоартрита [3, 4]. Для проведения реконструкции передней крестообразной связки требуется либо аутотрансплантат, либо аллотрансплантат, либо синтетический протез. Аутотрансплантат из сухожилий полусухожильной и нежной мышц (СПНМ) является наиболее часто используемым трансплантатом при реконструкции передней крестообразной связки во всём мире [5]. Наряду с СПНМ применяются такие аутотрансплантаты, как кость-надколенник-сухожилие-кость и сухожилие четырёхглавой мышцы бедра, однако при всех вышеперечисленных вариантах отмечаются осложнения, в частности нестабильность коленного сустава или квадрицепс/хамстринг-дисбаланс, боль в области надколенника и бедра, контрактуры коленного сустава и переломы надколенника [6–8]. При множественных повреждениях связочного аппарата коленного сустава аутотрансплантата из СПНМ может оказаться недостаточно для пластики всех повреждённых структур. В ряде стран применение аллотрансплантата и синтетического трансплантата невозможно [8]. В связи с этим в настоящее время хирургами стал чаще применяться альтернативный аутотрансплантат для пластики передней крестообразной связки из сухожилия длинной малоберцовой мышцы (СДММ) [9].

Использование СДММ в качестве аутотрансплантата для реконструкции передней крестообразной связки впервые описано S. Kerimoğlu и соавт. в 2008 году [10]. В 2012 году J. Zhao и соавт. [11] также была показана эффективность применения СДММ в качестве аутотрансплантата. В исследовании 2017 года R. Lukman и соавт. [12] изучили биомеханические свойства СДММ и СНПМ *ex vivo*. По результатам исследования существенной разницы в прочности на разрыв между СДММ (446,1N±233,2N, где N — сила в ньютонах) и четырёхкратным трансплантатом из СНПМ (405,8N±202,9N) с одинаковой площадью поперечного сечения не обнаружено. В 2021 году J. He и соавт. [13] описали аутотрансплантат из СДММ как сопоставимую альтернативу изделию из СНПМ с точки зрения функциональных результатов, и также авторы пришли к выводу, что использование в качестве аутотрансплантата СДММ даёт лучшие клинические результаты в коленном суставе в виде уменьшения болевого синдрома в коленном суставе и слабости мышц бедра, однако оценка Американского общества ортопедов стопы и голеностопного сустава (The American Orthopaedic Foot & Ankle Society, AOFAS) была немного ниже по сравнению с предоперационной [14].

Результаты вышеописанных исследований подтверждают, что аутотрансплантат из СДММ является прочной донорской тканью для реконструкции передней крестообразной связки. В дальнейшем большая когорта клинических исследований [15–21] продемонстрировала хорошие клинические результаты и минимальную болезненность в области получения аутотрансплантата, доказывая тем самым эффективность применения СДММ в качестве аутотрансплантата, тем не менее вариативность методов и показателей в разных исследованиях, а также небольшое количество случаев в каждом исследовании вносят неопределённость, особенно при сравнении результатов между различными трансплантатами [21].

Настоящий систематический обзор выполнен с целью сравнения и анализа результатов пластики передней крестообразной связки при помощи СДММ в отношении восстановления функции и биомеханики коленного сустава и стопы, стабильности коленного сустава, боли или парестезии в области получения трансплантата, его выживаемости, а также клинических исследований, сравнивающих аутотрансплантаты из СДММ и СПНМ при реконструкции передней крестообразной связки [22].

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Систематический обзор сформирован в соответствии с рекомендациями международного протокола PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) от 1 марта 2020 года [23]. В исследование включены оригинальные статьи, имеющие данные с полным текстом на английском или русском языках, доступные в сети Интернет (поисковые системы: PubMed, Google Scholar, eLibrary, Scopus и Web of science) с 2018 по 2024 год. Во время поиска использовались следующие ключевые слова: «peroneus longus tendon» or «fibularis longus tendon» and «anterior cruciate ligament reconstruction» or «ACL reconstruction», в русскоязычных базах данных — «сухожилие длинной малоберцовой мышцы», «пластика передней крестообразной связки» или «использование сухожилия длинной малоберцовой

мышцы при пластике передней крестообразной связки». В публикациях сообщалось о клинических исследованиях реконструкции передней крестообразной связки (однопучковой или двухпучковой) с использованием аутотрансплантата из СДММ (передней половины или всей толщины), исследованиях, в которых непосредственно сравнивались результаты использования СДММ и СПНМ, а также биомеханических исследованиях. Все операции были первичными, выполненными в результате острого или хронического повреждения передней крестообразной связки, с повреждением или без повреждения мениска.

В исследование не включали нерелевантные статьи и неоригинальные исследования, такие как обзоры литературы, редакторские мнения, правки, метаанализы, а также публикации, которые содержали исследования аллотрансплантатов и исследования, изучающие результаты после реконструкции других связок вне коленного сустава с использованием аутотрансплантата из СДММ.

Оценка качества

Для оценки методологического качества включённых в работу исследований использовались методологический индекс для нерандомизированных исследований (Methodological Index for Non-randomized Studies, MINORS), а также разработанный в 2013 году Национальным институтом сердца, лёгких и крови (The National Heart, Lung, and Blood Institute, NHLBI) набор специализированных инструментов оценки качества.

Извлечение и анализ данных

Параметры, проанализированные в этом исследовании, включали функциональные результаты, в том числе средний балл по шкале Лисхольма, в которой процентное соотношение баллов составляло более 84 (отличный или хороший результат); средний субъективный балл Международного комитета по документации коленного сустава (International Knee Documentation Committee, IKDC) и процент нормальных или почти нормальных субъективных баллов IKDC; средний диаметр аутотрансплантата; нестабильность коленного сустава, включая процент отрицательного теста переднего выдвижного ящика; возможные осложнения, включая парастезию или болевой синдром в области получения материала и частоту неудачных трансплантаций; результаты лечения развившейся патологии стопы и голеностопного сустава после удаления СДММ, включая средние показатели до и после операции по шкале Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) и индекса инвалидности стопы и голеностопного сустава (foot and ankle disability index, FADI), а также оценку биомеханических показателей стопы и голеностопного сустава.

Все полученные нами данные представлялись в таблицах; формальный метаанализ проводился с использованием RevMan (версия 5.4, Кокрановское сотрудничество). Непрерывные переменные извлекались и анализировались как среднее значение и стандартное отклонение (Standard Deviation, SD). Стандартное отклонение рассчитывалось по имеющимся данным в соответствии с ранее утверждённой формулой: [(наибольшее значение диапазона – наименьшее значение диапазона)] или (интерквартильный размах / 1,35). Если стандартное отклонение не удавалось рассчитать с помощью этого подхода, использовалось наибольшее стандартное отклонение. Для непрерывных переменных рассчитывали среднюю разницу (MD) и 95% доверительный интервал (95% ДИ).

Мы проверяли гетерогенность с помощью тестов χ^2 и Хиггинса I^2. Согласно Кокрановским рекомендациям, умеренная гетерогенность считалась в случае I^2 >30% или p <0,5. Мы использовали консервативный статистический подход, применяя модель случайных эффектов Мантеля–Хензеля при наличии умеренной гетерогенности и модель с фиксированными эффектами, когда значения p составляли <30% и >0,5 соответственно. Статистически значимым во всех результатах считался p <0,5.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первоначально в результате поиска литературы выявлено 927 статей (рис. 1) [23]. После исключения дубликатов осталось 917 статей, после скрининга по названиям и аннотациям — 26 статей, полные тексты которых были проверены на соответствие критериям включения. Всем критериям отбора после двухэтапного скрининга соответствовала 21 статья [24–43]: 16 статей, в которых сообщалось о результатах реконструкции передней крестообразной связки с использованием аутотрансплантата из СДММ, и 5 статей, в которых сравнивали результаты использования аутотрансплантатов из СДММ и СПНМ. Все статьи (n=21) были внесены в сводную таблицу (табл. 1). В общей сложности были проанализированы результаты 2322 пациентов, из них 1660 перенесли реконструкцию перед-

https://doi.org/10.17816/clinpract629185

клиническая практика 2024 Том 15 №4

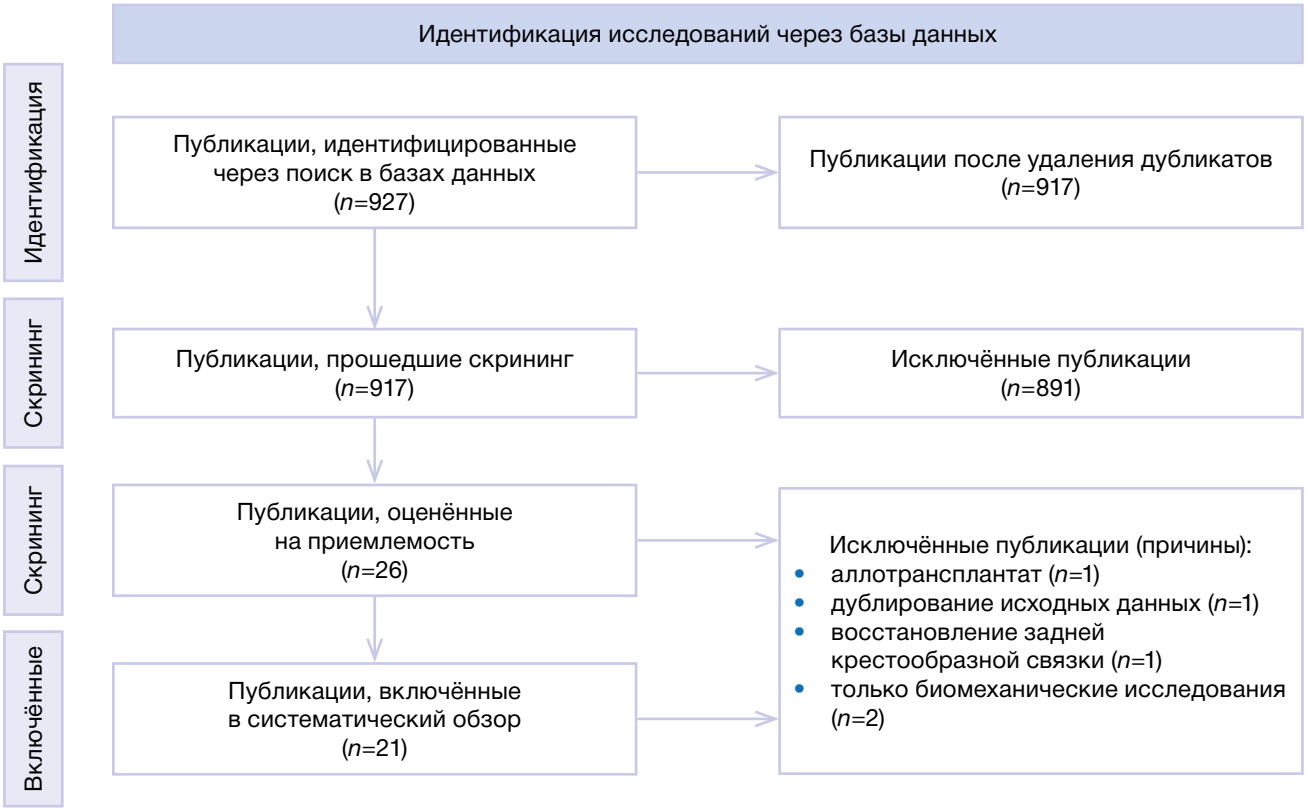

Рис. 1. Схема поиска литературы [23].

ней крестообразной связки с использованием аутотрансплантата из СДММ, результаты оставшихся 662 пациентов взяты из публикаций, в которых сравнивалось использование аутотрансплантатов из СДММ и СНПМ.

Оценка диаметра аутотрансплантата

Из 21 исследования, включённого в обзор литературы, в 16 использовалась полная толщина СДММ, в 5 — передняя часть СДММ. В 8 публикациях средний диаметр трансплантата оценивался у 520 пациентов. В 5 исследованиях, в которых сравнивали СДММ и СПНМ [22, 40–43], средний диаметр аутотрансплантата из СДММ значительно преобладал над диаметром трансплантата из СПНМ. В исследовании G. Wierer и соавт. [43] рассматривалась также взаимосвязь индекса массы тела, окружности бедра и голени с диаметром трансплантата. По результатам исследования выяснилось, что показатели индекса массы тела и диаметр окружности бедра повлияли только на диаметр трансплантата из СПНМ, а окружность голени и индекс массы тела не оказывали существенного влияния на диаметр трансплантата из СДММ. Однако по результатам исследования D. Ertilav [31] обнаружена статистически значимая корреляция между весом пациента, ростом, индексом массы тела, длиной нижней конечности, окружностью бедра, окружностью голени и диаметром трансплантата. В исследованиях, в которых оценивался диаметр аутотрансплантата из СДММ, средний размер составил 7–9 мм.

Оценка результатов по шкале Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава (AOFAS) и индексу инвалидности стопы и голеностопного сустава (FADI)

По шкалам Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава (AOFAS) и индексу инвалидности стопы и голеностопного сустава (FADI) проанализированы результаты 1000 пациентов, которые были прооперированы с использованием СДММ (табл. 2). Послеоперационное среднее значение баллов по шкале AOFAS со стороны донорского СДММ было сопоставимо со средним значением по шкале FADI, при том что разница со здоровой стороной была статистически незначима (p >0,05). Это свидетельствует о хороших функциональных результатах и возможности безопасного использования СДММ в качестве аутотрансплантата без значительного влияния на функцию стопы и голеностопного сустава.

Таблица 1

Публикации, отобранные для анализа

Автор	Год	Страна	Дизайн исследования	Пол: муж./жен.	Возраст (мин–макс), лет	Период наблюдения, мес (SD)	Используемое сухожилие
Исследования, где использовалось только сухожилие длинной малоберцовой мышцы (СДММ) в качестве аутотрансплантата							
[24]	2020	Китай	Ретроспективное	19/16	18–60	6,5±3,61	Полнослойное
[25]	2023	Китай	Ретроспективное	55/32	20–45	24,5±14	Полнослойное
[26]	2021	Китай	Серия случаев	13/8	18–45	6,5±3,61	Передняя часть
[27]	2023	Турция	Ретроспективное	74/8	16–66	46,6±30,3	Полнослойное
[28]	2019	Вьетнам	Серия случаев	19/11	18–51	14,5±8,22	Передняя часть
[29]	2023	Бангладеш	Проспективное	348/91	18–45	12,5±7,1	Полнослойное
[30]	2020	Индонезия	Когортное ретроспективное	59/16	18–45	5±2,74	Полнослойное
[31]	2021	Турция	Ретроспективное	38/14	17–51	12±6,8	Полнослойное
[32]	2022	Индия	Проспективное	78/35	17–39	11,5±6,5	Полнослойное
[33]	2019	Индонезия	Серия случаев	22/9	18–45	11,5±6,5	Полнослойное
[34]	2022	Индия	Отчёт о случае	1 муж.	25	12	Полнослойное
[35]	2021	Индия	Проспективное	36/12	18–36	17±9,67	Полнослойное
[36]	2020	Россия	Проспективное	407/171	35,29±12	24,5±14	Полнослойное
[37]	2020	Китай	Проспективное	20/12	16–45	6,5±3,61	Полнослойное
[38]	2018	Китай	Проспективное	11/5	35–65	27±15,44	Полнослойное
[39]	2024	Китай	Проспективное	6/14	18–44	4±2,16	Передняя часть
Исследования, где сравнивались результаты использования сухожилия длинной малоберцовой мышцы (СДММ) и сухожилия нежной и полусухожильной мышцы (СПНМ)							
[22]	2019	Индонезия	Проспективное	Группа hamstring: 24/4 Группа peroneus longus: 20/4	16–45	12,5±7,1	Полнослойное
[40]	2023	Пакистан	Проспективное когортное	138/20 (158), из них peroneus longus: 85; hamstring: 73	18–51	36,5±20,92	Полнослойное
[41]	2023	Индия	Проспективное когортное	Группа hamstring: 57/39 Группа peroneus longus: 68/30	16–50	10±5,63	Полнослойное
[42]	2022	Иран	Сравнительное поперечное	Группа hamstring: 58/7 Группа peroneus longus: 61/4	18–50	12,5±7,1	Полнослойное
[43]	2023	Австрия	Перекрёстное	Группа hamstring: 64 Группа peroneus longus: 64	18–45	6,5±3,61	Передняя часть

https://doi.org/10.17816/clinpract629185

Таблица 2

Сравнительные результаты по шкалам AOFAS и FADI

Источник	Число пациентов	Шкала AOFAS	Шкала FADI
[25]	87, разделённых по индексу массы тела: нормальный избыточный ожирение	В первых двух группах значимой разницы показателей баллов AOFAS после операции не было. В группе 1 — 94,61±3,48; в группе 2 — 94,00±3,92. У пациентов группы 3 показатели ниже — 89,47±3,37	-
[29]	439	Средний балл — 97,63±3,20 (диапазон 89,00–100,00)	Средний балл — 98,46±2,31 (диапазон 86,20–100)
[37]	32	Средний балл — 94,7±6,8	-
[26]	21	Средний балл — 96,8±3,01	Средний балл — 97,6±2,66
		Послеоперационные результаты, оценённые через 3 года, сопоставимы с предоперационными показателями	
[27]	82	Со стороны забора аутотрансплантата — 98,7±3,3 (диапазон 87–100); с контралатеральной стороны — 100	-
[33]	31	Средний балл — 98,71±3,03 на стороне забора аутотрансплантата и 99,03±3,00 на контралатеральном здоровом участке	Средний балл — 99,71±0,57 на стороне забора аутотрансплантата и 99,71±0,61 на контралатеральном здоровом участке
		По результатам работы значительной разницы по шкалам AOFAS и FADI между донорским и контралатеральным участком не выявлено	
[35]	48	Средний балл — 98,4±1,23	-
[28]	30	Функция голеностопного сустава и стопы до операции — 97,3±1,67, после операции — 97,3±1,54 (наименьший балл — 93, максимальный — 100)	-
[30]	75	Средний балл — 98,93±3,10	Средний балл — 99,79±0,59
[42]	65	Средний балл со стороны забора трансплантата — 93,42±1,7 (диапазон 84–100; «отлично» — 90–100 баллов, «хорошо» — 75–89 баллов, «удовлетворительно» — 60–74 баллов, «плохо» — <60 баллов). В сравнении со здоровой стороной разницы не наблюдалось	Средний балл — 92,78±0,57 (диапазон 94–102) со стороны забора трансплантата и 98,91±0,62 на здоровой стороне. Нет существенной разницы по сравнению со здоровой стороной
[41]	98	Средний балл — 96,2±0,95, через 12 мес — 99,05±3,56	-
[22]	24	Среднее значение по шкале AOFAS — 97,3±4,2	Среднее значение по шкале FADI — 98±3,4
[39]	20	Среднее значение по шкале AOFAS на оперированной стороне — 98,05±1,73, на здоровой стороне — 98,30±1,66	-

Оценка силы сгибания и разгибания в голеностопном суставе

В серии клинических случаев S. Rhatomy и соавт. [33] комплексно подошли к оценке функции стопы и голеностопного сустава в послеоперационном периоде. Результаты тестов мышечной силы были собраны у 31 пациента через 6 месяцев после операции. Для измерения изометрической мышечной силы у пациентов использовался специальный гидравлический двухтактный динамометр. Были проведены исследования двусторонней угловой эверсии и подошвенного сгибания первого пальца стопы. Каждое измерение мышечной силы проводили 3 раза и регистрировали наибольшую силу.

Эверсию стопы измеряли в положении лёжа. По результатам мышечного тестирования средняя сила эверсии стопы составила 65,87±7,63N в области получения аутотрансплантата и 66,96±8,38N на здоровой стороне. Средняя сила подошвенного сгибания составила 150,64±11,67N на стороне аутотрансплнтата и 152,10±12,16N на здоровой стороне. В результате этого исследования разницы в силе эверсии стопы и силе подошвенного сгибания между донорской и здоровой стороной не выявлено.

Оценка функции и стабильности коленного сустава

В общей сложности были проанализированы результаты 336 аутотрансплантаций СДММ и 326 аутотрансплантаций СПНМ.

В исследовании A. Agarwal и соавт. [41] 98 пациентов прооперированы с использованием СДММ, 96 — с использованием СПНМ. Результаты теста переднего выдвижного ящика у 187 пациентов в обеих группах через 12 месяцев после операции были отрицательными. Оценку «+» имели 6 пациентов. У одного пациента из группы СДММ был выявлен положительный тест переднего выдвижного ящика (+++) из-за повторного повреждения. Согласно тесту Лахмана, 177 пациентов имели отрицательный результат теста через 12 месяцев; 16 пациентов имели степень «+». Функциональные результаты оценивали с помощью шкал IKDC и Лисхольма (табл. 3).

В исследовании S. Rhatomy и соавт. [22] были оценены результаты до операции и через 12 месяцев после операции по шкалам Лисхольма и IKDC у 28 пациентов, у которых в качестве аутотрансплантата использовали СПНМ, и у 24 с СДММ. По результатам исследования существенных различий между показателями по шкалам Тегнера–Лисхольма и IKDC до операции и через 1 год наблюдения не выявлено (p >0,05).

Существенных различий в публикациях, в которых сравнивали СДММ и СПНМ по шкалам IKDC и Тегнера–Лисхольма, не наблюдалось. Тест Лахмана показал удовлетворительные результаты у большинства пациентов.

Таким образом, статистически значимых (p >0,05) различий между двумя группами с аутотрансплантатами СПНМ и СДММ по функциональным показателям и показателям стабильности коленного сустава выявлено не было.

Осложнения

В исследовании U. Yadav и соавт. [34] сообщается об одном клиническом случае, связанном с ятрогенным неврологическим дефицитом стопы после забора аутотрансплантата из СДММ. Была проведена хирургическая ревизия общего малоберцового нерва с целью исключить повреждение нерва при использовании стриппера. На ревизии была обнаружена интраневральная гематома. Декомпрессию нерва осуществляли путём невролиза.

Таблица 3

Сравнительные результаты по шкалам IKDC и Тегнера–Лисхольма

Источник	Число пациентов	Шкала IKDC	Шкала Тегнера–Лисхольма
[40]	85 — СДММ 73 — СПНМ	В группе с использованием аутотрансплантата из СДММ — 57,98±6,98, из СПНМ — 58,34±5,57	В группе с использованием аутотрансплантата из СДММ — 61,78±4,41, из СПНМ — 62,76±2,99
		Через 6 мес наблюдения у пациентов с СДММ субъективная функция коленного сустава была значительно лучше, чем в группе пациентов с СПНМ	
[41]	98 — СДММ 96 — СПНМ	В группе СДММ: через 6 мес — 83,28±3,71 через 12 мес — 94,13±4,66 В группе СПНМ: через 6 мес — 79,73±6,83 через 12 мес — 95,12±0,73	В группе СДММ: через 6 мес — 97,00±0,00 через 12 мес — 99,15±2,89 В группе СПНМ: через 6 мес — 96,35±1,60 через 12 мес — 99,85±0,37
[42]	65 — СДММ 65 — СПНМ	В группе СПНМ: до операции — 54,8±8,5 после операции — 93,4±6,2 В группе пациентов с СДММ: до операции — 55,2±2,4 после операции — 92,5±9,8	-

Примечание. СДММ — сухожилие длинной малоберцовой мышцы; СПНМ — сухожилие полусухожильной и нежной мышц.

https://doi.org/10.17816/clinpract629185

В ходе наблюдения за пациентом функция передней крестообразной связки признана удовлетворительной. Функция стопы у пациента окончательно восстановилась через 3 месяца.

В ретроспективном исследовании A. Cakar и соавт. [27] у 15 пациентов наблюдалась гипостезия по тыльно-наружной поверхности стопы и дистальнее от рубца в области наружной лодыжки, у 2 пациентов — гипералгезия в области дистальной части рубца. Описано два случая компартмент-синдрома, при этом в обоих была выполнена фасциотомия с полным регрессом симптомов через 5 дней. У 1 пациента наблюдались преходящее повреждение малоберцового нерва и неврологический дефицит стопы: функция восстановилась через 6 месяцев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании не выявлено статистически значимой разницы (p >0,05) по шкалам Тегнера–Лисхольма и IKDC по сравнению с аутотрансплантатом из СПНМ, а также отмечено небольшое, статистически незначимое (p >0,05) снижение баллов по шкалам AOFAS и FADI после забора аутотрансплантата из СДММ. Таким образом, правомочно сделать вывод, что аутотрансплантат из СДММ является хорошим альтернативным вариантом материала для реконструкции передней крестообразной связки.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке рукописи.

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

Вклад авторов. *А.П. Призов* — концептуализация, методология, редактирование; *А.М. Востриков* — исследование, обработка и сбор данных, написание первоначального проекта; *Ф.Л. Лазко, Д.В. Скворцов* — методология, валидация, формальный анализ; *М.Ф. Лазко* — редактирование, написание, формальный анализ; *Е.А. Беляк* — формальный анализ и редактирование; *А.В. Крытаева* — сбор данных. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

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

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

Authors' contribution. *A.P. Prizov* — conceptualisation, methodology, editing; *A.M. Vostrikov* — research, data processing and collection, writing the initial draft; *F.L. Lazko, D.V. Skvortsov* — methodology, validation, formal analysis; *M.F. Lazko* — editing, writing, formal analysis; *E.A. Belyak* — formal analysis and editing; *A.V. Krytaeva* — data collection. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Migliorini F, Pintore A, Vecchio G. Hamstring, bone-patellar tendon-bone, quadriceps and peroneus longus tendon autografts for primary isolated posterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Br Med Bull.* 2022;142(1):23–33. EDN: QAHAKH doi: 10.1093/bmb/idac010
2. Rothrauff BB, Jorge A, de Sa D, et al. Anatomic ACL reconstruction reduces risk of post-traumatic osteoarthritis: A systematic review with minimum 10-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy.* 2020;28(4):1072–1084. EDN: MNBTVS doi: 10.1007/s00167-019-05665-2
3. Sanders TL, Kremers HM, Bryan AJ, et al. Is anterior cruciate ligament reconstruction effective in preventing secondary meniscal tears and osteoarthritis? *Am J Sports Med.* 2016;44(7):1699–1707. doi: 10.1177/0363546516634325
4. Phatama KY, Hidayat M, Mustamsir E, et al. Tensile strength comparison between hamstring tendon, patellar tendon, quadriceps tendon and peroneus longus tendon: A cadaver research. *J Arthrosscopy Joint Surg.* 2019;6(2):114–116. doi: 10.1016/j.jajs.2019.02.003
5. Mohtadi NG, Chan DS, Dainty KN, Whelan DB. Patellar tendon versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;2011(9):CD005960. doi: 10.1002/14651858.CD005960.pub2
6. Cristiani R, Forssblad M, Engström B, et al. Risk factors for abnormal anteroposterior knee laxity after primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2018;34(8):2478–2484. doi: 10.1016/j.arthro.2018.03.038
7. Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C, Palmieri-Smith RM. Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Science Med Sport.* 2016;19:7–11. doi: 10.1016/j.jsams.2014.12.009
8. Nazem K, Barzegar M, Hosseini A, Karimi M. Can we use peroneus longus in addition to hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction? Adv Biomed Res. 2014;3:115. doi: 10.4103/2277-9175.132696
9. Исмаилов Д.А., Лазко Ф.Л., Абдулхабиров М.А., и др. Анатомо-биомеханическое обоснование расположения большеберцового туннеля при однопучковой реконструкции передней крестообразной связки // *Врач-аспирант.* 2015. Т. 70, № 3-1. С. 117–126. [Ismayilov DA, Lazko FL, Kopylov AA, et al. Anatomo-biomechanical reasoning of arrangment of tunnel in tibia during single bundle reconstruction of anterior cruciate ligament. *Vrach-Aspirant*. 2015;70(3-1):117–126]. EDN: VKUICX

10. Kerimoğlu S, Aynaci O, Saraçoğlu M, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with the peroneus longus tendon. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2008;42(1):38–43. doi: 10.3944/aott.2008.038
11. Zhao J, Huangfu X. The biomechanical and clinical application of using the anterior half of the peroneus longus tendon as an autograft source. *Am J Sports Med.* 2012;40(3):662–671. doi: 10.1177/0363546511428782
12. Lukman R, Mustamsir E, Phatama YK. Tensile strength comparison between peroneus longus and hamstring tendons: A biomechanical study. *Int J Surg Open.* 2017;9(C):41–44. doi: 10.1016/j.ijso.2017.10.002
13. He J, Tang Q, Ernst S, et al. Peroneus longus tendon autograft has functional outcomes comparable to hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021;29(9):2869–2879. EDN: YPUNHU doi: 10.1007/s00167-020-06279-9
14. Fermín MT, Hovsepian JM, Symeonidis PD, et al. Insufficient evidence to support peroneus longus tendon over other autografts for primary anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *J ISAKOS*. 2021;6(3):161–169. doi: 10.1136/jisakos-2020-000501
15. Khajotia B, Chauhan S, Sethia R, Chopra B. Functional outcome of arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament using peroneus longus tendon autograft. *Indian J Orthop Surg.* 2018;4:898–903. doi: 10.18231/j.ijos.2023.042
16. Sakti M, Biakto KT, Usman MA, et al. Predicting the peroneus longus tendon autograft size in ACL reconstruction by using anthropometric parameters: A study in South Sulawesi population. *J Orthopaedics.* 2020;22:1–4. doi: 10.1016/j.jor.2020.03.011
17. Shao X, Shi LL, Bluman EM, et al. Satisfactory functional and MRI outcomes at the foot and ankle following harvesting of full thickness peroneus longus tendon graft. *Bone Joint J.* 2020;102-B(2): 205–211. doi: 0.1302/0301-620X.102B2.BJJ-2019-0949.R1
18. Song X, Li Q, Wu Z, et al. Predicting the graft diameter of the peroneus longus tendon for ACL reconstruction. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(44):e12672. doi: 10.1097/MD.0000000000012672
19. Wu C, Xie G, Jin W, et al. Arthroscopic graftlink technique reconstruction combined with suture anchor fxation for anterior cruciate ligament and medial collateral ligament injuries. *Chinese J Reparative Reconstructive Surg.* 2019;33(6):685–688. doi: 10.7507/1002-1892.201812062
20. Гончаров Е.Н., Гончаров Н.Г., Безуглов Э.Н., и др. Сравнение результатов восстановления передней крестообразной связки коленного сустава с использованием аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы голени и из связки надколенника с двумя костными блоками // *Гений ортопедии*. 2022. Т. 28, № 1. С. 53–61. [Goncharov EN, Goncharov NG, Bezuglov EN, et al. Comparison of results of the anterior cruciate ligament reconstruction of the knee joint using peroneus longus tendon autograft or patellar tendon autograft with two bone blocks. *Geniy ortopedii*. 2022;28(1):53–61]. EDN: CRBQYG
21. Quinn M, Byrne RA, Albright JA, et al. Peroneus longus tendon autograft may present a viable alternative for anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Arthroscopy.* 2024;40(4):1366–1376.e1. EDN: FVFKEC doi: 10.1016/j.arthro.2023.10.016
22. Rhatomy S, Asikin AI, Wardani AE, et al. Peroneus longus autograft can be recommended as a superior graft to hamstring tendon in single-bundle ACL reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy.* 2019;27(11):3552–3559. EDN: XGAQYU doi: 10.1007/s00167-019-05455-w
23. Page Matthew J, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71
24. Yu H, Deng W, Sang P, Liu Y. Arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament with autologous ipsilateral peroneus longus tendon. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. Arthroscopy.* 2020;34(7):843–847. doi: 10.1016/j.arthro.2005.04.099
25. Zeng J, Huang J, Liu Z, Xia H. Influence of peroneus longus tendon autograft for ACL reconstruction on donor-side ankle function in obese patients: A retrospective study of 87 patients. *Asian J Surg.* 2023;46(11):5305–5307. EDN: YEDDZL doi: 10.51273/esc24.251320110
26. Bi M, Zhao C, Zhang Q, et al. All-inside anterior cruciate ligament reconstruction using an anterior half of the peroneus longus tendon autograft. *Orthop J Sports Med.* 2021;9(6):2325967121991226. doi: 10.1177/2325967121991226
27. Cakar A, Kose O, Selcuk H, et al. Complications of peroneus longus tendon harvesting: A retrospective review of 82 cases. *Arch Bone Joint Surg*. 2023;143(11):6675–6684. EDN: XOTRQE doi: 10.1007/s00402-023-04988-7
28. Trung DT, Manh SL, Thanh LN, et al. Preliminary result of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using anterior half of peroneus longus tendon autograft. *Open Access Macedonian J Med Sci.* 2019;7(24):4351–4356. doi: 10.3889/oamjms.2019.390
29. Hossain GM, Islam MS, Rahman Khan MM, et al. A prospective study of arthroscopic primary ACL reconstruction with ipsilateral peroneus longus tendon graft: Experience of 439 cases. *Medicine (Baltimore).* 2023;102(9):e32943. EDN: XIGZZF doi: 10.1097/MD.0000000000032943
30. Rhatomy S, Hartoko L, Setyawan R, et al. Single bundle ACL reconstruction with peroneus longus tendon graft: 2-years follow-up. *J Clin Orthop Trauma.* 2020;11(Suppl. 3):S332–S336. doi: 10.1016/j.jcot.2019.09.004
31. Ertilav D. Relation of peroneus longus autograft dimensions with anthropometric parameters in anterior cruciate ligament reconstruction: Importance of the distal leg diameter. *Joint Diseases Related Surg.* 2021;32(1):137–143. doi: 10.5606/ehc.2021.79580
32. Rajani AM, Shah UA, Mittal AR, et al. Functional and clinical outcome of anterior cruciate ligament reconstruction with peroneus longus autograft and correlation with MRI after 3 years. *J Orthopaedics.* 2022;34:215–220. doi: 10.1016/j.jor.2022.08.027
33. Rhatomy S, Wicaksono FH, Soekarno NR, et al. Eversion and first ray plantarflexion muscle strength in anterior cruciate ligament reconstruction using a peroneus longus tendon graft. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(9):2325967119872462. doi: 10.1177/2325967119872462
34. Yadav U, Nemani M, Devgun A, et al. Iatrogenic foot drop after anterior cruciate ligament reconstruction with peroneus longus tendon autograft: Report of a rare case. *Cureus.* 2022;14(6):e26476. EDN: ISSEZT doi: 10.7759/cureus.26476
35. Joshi S, Shetty UC, Salim MD, et al. Peroneus longus tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: A safe and effective alternative in nonathletic patients. *Nigerian J Surg.* 2021;27(1):42–47. doi: 10.4103/njs.NJS_22_20
36. Лычагин А.В., Алиев Р.И., Богатов В.Б., и др. Применение сухожилия длинной малоберцовой мышцы при пластике передней крестообразной связки: биомеханические свойства трансплантата, корреляционные взаимосвязи // *Российский журнал биомеханики*. 2020. Т. 24, № 4. С. 505–512. [Lychagin AV, Aliev RL, Bogatov VB, et al. Application of the long fibular tendon in anterior cruciate ligament plastic surgery: Biomechanical properties of the graft, correlation relationships. *Russ J Biomechanics*. 2020;24(4):505–512]. EDN: OTBMXT doi: 10.15593/RZhBiomeh/2020.4.08
37. Ge Z, Wang B, Zhang X, Zhang S. Clinical outcomes and donor site morbidity of anterior cruciate ligament reconstruction with full thickness peroneus longus tendon. ResearchGate; 2020. doi: 10.21203/rs.3.rs-127706/v1
38. Shi FD, Hess DE, Zuo JZ, et al. Peroneus longus tendon autograft is a safe and efective alternative for anterior cruciate ligament reconstruction. *J Knee Surg.* 2018;32:804–811. doi: 10.1055/s-0038-1669951

https://doi.org/10.17816/clinpract629185

39. Zhao Z, Tang L, Chen J, et al. The effect of harvesting the anterior half of the peroneus longus tendon on foot morphology and gait. *J Orthop Surg Res*. 2024;19(1):69. EDN: SKBKJX doi: 10.1186/s13018-023-04429-6
40. Saeed UB, Ramzan A, Anwar M, et al. Earlier return to sports, reduced donor-site morbidity with doubled peroneus longus versus quadrupled hamstring tendon autograft in ACL reconstruction. *JB JS Open Access*. 2023;8(4):e23.00051. doi: 10.2106/JBJS.OA.23.00051
41. Agarwal A, Singh S, Singh A, Tewari P. Comparison of functional outcomes of an anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using a peroneus longus graft as an alternative to the hamstring tendon graft. *Cureus*. 2023;15(4):e37273. EDN: AMVMKH doi: 10.7759/cureus.37273
42. Keyhani S, Qoreishi M, Mousavi M, et al. Peroneus longus tendon autograft versus hamstring tendon autograft in anterior cruciate ligament reconstruction: A comparative study with a mean follow-up of two years. *Arch Bone Joint Surg*. 2022;10(8):695–701. doi: 10.22038/ABJS.2022.59568.2938
43. Wierer G, Gwinner C, Scheffler S. Peroneus longus split versus semitendinosus tendon autograft size: A cross-sectional study. *Am J Sports Med*. 2023;51(7):1743–1751. EDN: GTZBDC doi: 10.1177/03635465231165297

ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:
Востриков Анатолий Максимович;
адрес: Россия, 117198, Москва,
ул. Миклухо-Маклая, д. 6;
ORCID: 0009-0005-7484-3363;
eLibrary SPIN: 2150-5501;
e-mail: a.vos3kov@yandex.ru

Соавторы:
Призов Алексей Петрович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0003-3092-9753;
eLibrary SPIN: 6979-6480;
e-mail: aprizov@yandex.ru

Скворцов Дмитрий Владимирович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0002-2794-4912;
eLibrary SPIN: 6274-4448;
e-mail: dskvorts63@mail.ru

Лазко Федор Леонидович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0001-5292-7930;
eLibrary SPIN: 8504-7290;
e-mail: fedor_lazko@mail.ru

Лазко Максим Федорович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-6346-824X;
eLibrary SPIN: 9664-8492;
e-mail: maxim_lazko@mail.ru

Беляк Евгений Александрович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-2542-8308;
eLibrary SPIN: 7337-1214;
e-mail: belyakevgen@mail.ru

Крытаева Александра Владиславовна;
e-mail: bitinaa@mail.ru

AUTHORS' INFO

The author responsible for the correspondence:
Anatoly M. Vostrikov;
address: 6 Miklukho-Maklaya street,
117198 Moscow, Russia;
ORCID: 0009-0005-7484-3363;
eLibrary SPIN: 2150-5501;
e-mail: a.vos3kov@yandex.ru

Co-authors:
Aleksey P. Prizov, MD, PhD;
ORCID: 0000-0003-3092-9753;
eLibrary SPIN: 6979-6480;
e-mail: aprizov@yandex.ru

Dmitry V. Skvortsov, MD, PhD;
ORCID: 0000-0002-2794-4912;
eLibrary SPIN: 6274-4448;
e-mail: dskvorts63@mail.ru

Fedor L. Lazko, MD, PhD;
ORCID: 0000-0001-5292-7930;
eLibrary SPIN: 8504-7290;
e-mail: fedor_lazko@mail.ru

Maxim F. Lazko, MD, PhD;
ORCID: 0000-0001-6346-824X;
eLibrary SPIN: 9664-8492;
e-mail: maxim_lazko@mail.ru

Evgeniy A. Belyak, MD, PhD;
ORCID: 0000-0002-2542-8308;
eLibrary SPIN: 7337-1214;
e-mail: belyakevgen@mail.ru

Alexandra V. Krytaeva;
e-mail: bitinaa@mail.ru