

УДК 617-089.844

© Римский А.А., Гаркави А.В., Романов Д.А., Найда Д.А., Кнеллер Л.О., Кавалерский Г.М., 2025

Оригинальное исследование / Original research



РЕФИКСАЦИЯ КОРНЯ МЕДИАЛЬНОГО МЕНИСКА. ОЦЕНКА ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУЗИИ НА КЛИНИЧЕСКИЙ РЕЗУЛЬТАТ

А.А. РИМСКИЙ¹, А.В. ГАРКАВИ¹, Д.А. РОМАНОВ¹, Д.А. НАЙДА², Л.О. КНЕЛЛЕР³, Г.М. КАВАЛЕРСКИЙ¹¹ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия² ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко», Москва, Россия³ АО «К 31 Сити», Москва, 119415, Россия

Аннотация

Введение. Повреждение корня медиального мениска частая патология коленного сустава, которая может привести к полной потере функции медиального мениска (ММ) и значительным дегенеративным изменениям в коленном суставе. Примечательным является остаточная экструзия ММ на послеоперационной МРТ. Ряд авторов не нашли корреляции между исходом операции и функциональным результатом.

Цель работы оценка субъективных и объективных результатов лечения пациентов с разрывом корня медиального мениска коленного сустава после рефиксации заднего корня медиального мениска транстибиальной модифицированной техникой.

Материалы и методы. Проспективное нерандомизированное исследование включает 32 пациента с разрывом корня ММ, которым выполнена рефиксация корня с применением модифицированной транстибиальной техники фиксации. Все пациенты женщины 43–72 лет, ни у одной пациентки хондромалиция не превышала 2 ст. по классификации ICRS. Функциональное состояние оценивали по KOOS и ВАШ, а также выполняли МРТ с оценкой экструзии мениска и степени сращения корня ММ до и после операции. Срок наблюдения 12 мес.

Результаты. У 28 пациенток (87,5 %) отмечено полное заживление, а в 4 (12,5%) – частичное заживление. Показатель болевого синдрома снизился с (7,7±0,7) балла по ВАШ до (1,8±1,2) балла. Средний показатель по шкале KOOS улучшился с (38,6±12,5) баллов до (75,6±14,4) баллов. Средняя величина экструзии мениска до операции составила (4,06±0,82) мм, после операции – (2,67±0,71) мм, что явилось статистически значимым.

Заключение. Рефиксация корня медиального мениска, выполненная с применением модифицированной техники, позволила добиться хороших результатов в 75,0 % наблюдений у пациентов с разрывом корня медиального мениска коленного сустава. Степень экструзии ММ после артроскопической фиксации его корня показала умеренную тесноту связи с функцией коленного сустава. При варусной деформации нижней конечности со значением угла НКА <175° функциональные результаты статистически значимо ухудшаются, и оцениваются как неудовлетворительные.

Ключевые слова: корень медиального мениска; экструзия мениска; рефиксация корня мениска.

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

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Римский А.А., Гаркави А.В., Романов Д.А., Найда Д.А., Кнеллер Л.О. Кавалерский Г.М. Рефиксация корня медиального мениска. Оценка послеоперационных результатов и влияние экструзии на клинический результат. *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2025; 4: 92–101.

REFIXATION OF THE ROOT OF MEDIAL MENISCUS. EVALUATION OF POSTOPERATIVE TREATMENT RESULTS AND THE INFLUENCE OF EXTRUSION ON CLINICAL OUTCOME.

ARSENIY A. RIMSKIY¹, ANDREY V. GARKAVI¹, DMITRIY A. ROMANOV¹, DARIA A. NAYDA², LEV O. KNELLER³, GENNADY M. KAVALERSKIY¹¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russia (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia² FSEI N.N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation³ AO «K 31 City», Moscow, 119415, Russia

Abstract

Introduction. Medial meniscus root injury (MMRI), a frequent knee pathology that can lead to complete loss of medial meniscus (MM) function and significant degenerative changes in the knee joint. Residual extrusion of the medial meniscus on postoperative magnetic resonance imaging (MRI) is noteworthy. Several authors have not found a correlation between surgical outcome and functional outcome. The aim of this study was to evaluate subjective and objective results after refixation of the root of the medial meniscus.

Materials and Methods. A prospective non-randomised study, 32 patients with MM root rupture who underwent root refixation with modified technique transtibial Pull-Out fixation using a were included. All patients were women, 43-72 years old, and none of them had chondromalacia not exceeding the 2nd degree according to the ICRS classification. Functional status was assessed by KOOS and VAS, and MRI was performed to evaluate meniscus excursion and the degree of MM root fusion before and after surgery. The follow-up period was 12 months.

Results. Complete healing was noted in 28 patients (87.5%) and partial healing in 4 (12.5%). The pain score decreased from 7.7 ± 0.7 VAS score to 1.8 ± 1.2 . The mean KOOS score improved from 38.6 ± 12.5 points to 75.6 ± 14.4 points. The mean meniscus extrusion preoperatively was 4.06 ± 0.82 mm and postoperatively 2.67 ± 0.71 mm, which was statistically significant.

Conclusion. Meniscus root refixation performed using a modified technique allowed to achieve good results in 75.0% of cases. The degree of MM extrusion after arthroscopic fixation of its root showed a moderate close relationship with the function of the knee joint. In case of varus deformity of the lower limb with the value of the NKA angle $< 175^\circ$, the functional results statistically significantly worsened and were assessed as unsatisfactory.

Key words: meniscus root; meniscus extrusion; meniscus refixation.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Rimskiy A.A., Garkavi A.V., Romanov D.A., Naida D.A., Kneller L.O., Kavalerskiy G.M. Refixation of the root of medial meniscus. Evaluation of postoperative treatment results and the influence of extrusion on clinical outcome. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2025; 4: 92–101.

DOI: 10/17238/issn2226-2016.2025.4.92-101

Введение

Среди разрывов медиального мениска, составляющих до 14 % от всех травм коленного сустава, около 30 % повреждений затрагивают его корень – область, располагающуюся в пределах 9 мм от костного прикрепления заднего рога внутреннего мениска к большеберцовой кости [1]. В последние годы к этой патологии проявляется всё больший клинический интерес, при повреждении корня медиального мениска (ПКММ) нарушается анатомическая целостность полукольца мениска что приводит к полной потери его функции [2].

Несмотря на высокую распространенность ПКММ, диагноз не всегда устанавливается своевременно. Примечательно, что при ПКММ в большинстве случаев в анамнезе пациенты не указывают факта травмы, отмечая появление боли после незначительной нагрузки [3]. Боль нередко носит хронический характер вследствие ежедневной микротравматизации мениска из-за повышенной локальной нагрузки. Последствия нелеченого ПКММ коленного сустава сопоставимы с полной резекцией мениска, приводя к быстрому прогрессированию остеоартроза и разрушению сустава, что подтверждают экспериментальные работы [4]. В связи с этим восстановление целостности корня мениска рассматривается как необходимый этап лечения [5–8].

S.C. Faucett et al. [9] выполнили метаанализ, сравнив 10-летние результаты восстановления корня мениска, менискэктомии и консервативной терапии. Были продемонстрированы убедительные данные о клинической и рентгенологической эффективности артроскопического

восстановления корня мениска. Результаты консервативного лечения были сопоставимы с результатами менискэктомии, демонстрируя выраженное прогрессирование остеоартроза, снижение качества жизни и раннюю конверсию в тотальное эндопротезирование коленного сустава. Тем не менее, даже после восстановления корня мениска могут наблюдаться неудовлетворительные клинические и функциональные результаты, что требует более тщательного анализа факторов риска.

B.Y. Hwang et al. [10] показали, что пожилой и старческий возраст, сниженная физическая активность, повышенный индекс массы тела (ИМТ) повышают вероятность неудовлетворительных результатов. Наиболее неблагоприятным фактором риска стала варусная деформация конечности, с величиной которой напрямую коррелировали неудовлетворительные клинические результаты.

Кроме того, многие авторы уделяют внимание исследованию влияния экстррузии мениска, другими словами подвывих мениска, на клинический исход. Анализ данных магнитно-резонансной томографии (МРТ), выполненной после фиксации корня мениска, показал отсутствие корреляции уровня послеоперационной экстррузии мениска с клинической картиной [11–13]. Однако данные остаются противоречивыми: даже при отсутствии выраженной экстррузии может сохраняться болевой синдром, и наоборот – уменьшение экстррузии не всегда сопровождается улучшением клинической картины. Причины таких различий, возможно, кроются в используемой хирургической технике.

Цель исследования

Оценка субъективных и объективных результатов лечения пациентов с разрывом корня медиального мениска коленного сустава после рефиксации корня медиального мениска транстибиальной модифицированной техникой.

Материалы и методы

Дизайн исследования

В проспективное нерандомизированное исследование включены 32 пациентки, которым на основании данных анамнеза, клинического осмотра и результатов МРТ был поставлен диагноз: разрыв корня медиального мениска коленного сустава.

Критерии включения в исследование:

- возраст старше 18 лет;
- диагностированный разрыв корня медиального мениска с возможностью выполнения его рефиксации;
- хондромалиция коленного сустава не выше 2 ст по ICRS

Критерии невключения в исследование:

- рентгенологические признаки остеоартроза более 2 ст. по классификации Kellgren-Lawrence;
- избыточная масса тела пациента с ИМТ ≥ 35 кг/м²;
- сопутствующие повреждения связочного аппарата коленного сустава с явлениями нестабильности;
- трофические нарушения и гнойно-воспалительные процессы в области исследуемого сегмента.

Все пациенты – женщины в возрасте от 43 до 72 лет, средний возраст составил $(55,38 \pm 6,74)$ лет. У 15 (53,1 %) из них отмечено повреждение мениска правого коленного сустава, у 17 (46,9 %) – левого.

Согласно критериями включения, ни у одной пациентки хондромалиция не превышала 2 ст. по классификации ICRS (табл. 1).

Таблица 1

Степень хондромалиции у пациентов по классификации ICRS

Локализация	Количество пациентов		
	2 степень	1 a+b степень	0 степень
Внутренний мыщелок большеберцовой кости	25	7	0
Внутренний мыщелок бедренной кости	20	9	3

Всем пациенткам выполнено оперативное артроскопическое вмешательство. До операции и в сроки 12 мес. после операции проведена оценка состояния коленного сустава по 10-бальной шкале ВАШ и шкале-опроснику KOOS. Результат по KOOS с оценкой в диапазоне 79–100 баллов оценивали как хороший, 65–78 баллов – удовлетворительный, меньше 65 баллов – неудовлетворительный.

МРТ коленного сустава выполняли до операции и через 12 мес. после операции, оценивая экструзию прооперированного мениска в T2-режиме во фронтальной проекции от медиального края большеберцовой кости, не считая остеофит, до мениска в области его наибольшей его экструзии. (рис. 1) Данные исследования были выполнены на аппаратах мощностью не менее 1,5 Тесла. Экструзия мениска оценивалась одним специалистом по описанной выше методике.

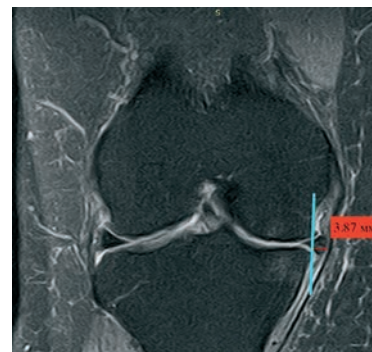


Рисунок 1. МРТ коленного сустава пациента А. фронтальная проекция T2 режим. Метод оценки уровня экструзии

Пациенткам выполнена телерентгенография обеих нижних конечностей в положении стоя. На данных рентгенограммах определяли механическую ось нижней конечности и угол НКА (англ.: Hip-Knee-Ankle). Данный угол измеряется между двумя линиями которые проводятся от центра головки бедренной кости и центра блока таранной кости до центра коленного сустава. (рис. 2)



Рисунок 2. Телерентгенограмма пациента Б. Методика измерения угла НКА

Условия проведения

Исследования проводились на клинической базе ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Продолжительность исследования

Срок наблюдения за пациентами составил 12 месяцев.

Этическая экспертиза

Все пациенты дали письменное добровольное информированное согласие на обработку персональных данных, участие в исследовании и публикацию его результатов.

Методика оперативного вмешательства

Все оперативные вмешательства выполнены одной группой хирургов под спинальной анестезией, в положении пациента на спине с боковым упором на уровне средней трети бедра и упором под стопой с целью удержания коленного сустава в положении 90° сгибания. Для адекватной визуализации полости сустава на верхнюю треть бедра накладывали пневматический жгут.

Вначале из стандартных артроскопических доступов выполняли ревизию коленного сустава, оценивая, в том числе, характер разрыва мениска и выраженность хондромалиции. Далее при необходимости выполняли дебридмент нестабильных участков хрящевой ткани, а также «освежали» край разрыва мениска. Для лучшей визуализации и манипуляции в области задне-внутреннего отдела сустава выполняли чрескожный релиз медиальной коллатеральной связки в области дистального ее крепления на большеберцовой кости. После приступали к формированию канала в большеберцовой кости.

По классической методике транстибиальной фиксации корня медиального мениска канал для проведения нитей формируют в медиальном мыщелке большеберцовой кости, что, по нашему мнению, вследствие дальнейшего натяжения мениска вниз и вперед, зачастую приводит к избыточному «загибанию» его заднего рога, придавая мениску неестественную форму. По этой причине в своей практике канал к точке инсерции корня мениска мы формировали через наружный мыщелок большеберцовой кости, предварительно выполнив к нему передне-наружный послойный доступ протяженностью до 4 см. Благодаря такому расположению канала последующее натяжение мениска происходило кнаружи, вниз и впереди, что позиционировало его задний рог более анатомично (рис. 3).

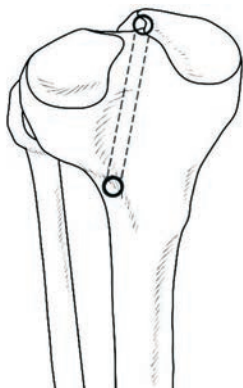


Рисунок 3. Схема формирования транстибиального канала через наружный мыщелок большеберцовой кости.

Для формирования канала использовали специальный направитель фирмы производителя Arthrex (рис.4), а также ретроградное сверло FlipCutter (рис.5), которое благодаря своей конструкции позволяло увеличить диаметр концевой части непосредственно в полости сустава и путем обратного рассверливания на 3–4 мм освежать зону инсерции корня для лучшего сращения и сформировать ложе для мениска.

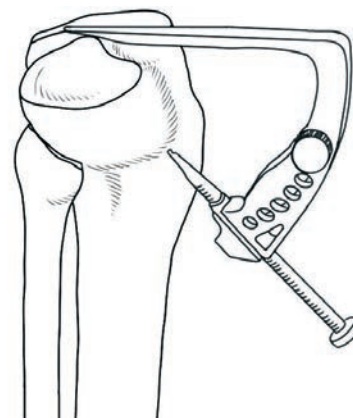


Рисунок 4. Направитель для формирования канала.



Рисунок 5. Ретроградное сверло.

Через сформированный канал в передне-медиальный артроскопический порт заводили нить-проводник, после чего задний рог мениска прошивали с использованием инструмента Knee Scorpion двумя нерассасывающимися нитями с формированием «петель». Данные нити при помощи нити-проводника выводили на наружный кортикальный слой большеберцовой кости и поочередно завязывали с умеренным натяжением на кортикальной пуговице при вальгусной нагрузке на коленный сустав, которую применяли с целью снижения давления внутреннего мыщелка бедренной кости на задний рог мениска в процессе натяжения и завязывания нитей (рис. 6). На завершающем этапе выполняли фото- и видеоконтроли, санацию сустава. Раны ушивали, накладывали асептическую повязку.



Рисунок 6. Этапы фиксации корня мениска: а) прошивание корня медиального мениска при помощи инструмента Knee Scorpion; б) прошитый мениск, нити погружены в ранее сформированный канал и выведены на наружный кортикальный слой большеберцовой кости; в) вид медиального мениска после фиксации и натяжения нитей на кортикальной пуговице

Послеоперационное ведение пациентов

Послеоперационное ведение было одинаковым для всех включенных в исследование пациентов. На следующие сутки после операции с целью контроля расположения кортикальной пуговицы выполняли рентгенографию коленного сустава в двух проекциях. Осевую нагрузку на оперированную конечность полностью исключали до 6 недель с момента операции. Иммобилизацию нижней конечности не применяли, однако на этот срок ограничивали сгибание в коленном суставе до 90° . В раннем послеоперационном периоде рекомендовали возвышенное положение конечности, а также в первые 3 сут. – локальную гипотермию каждые 2–3 часа. С первого послеоперационного дня выполняли изометрические упражнения для мышц нижних конечностей. Через 6 нед. пациенты отказывались от костылей, восстанавливали походку и полный объем движений в коленном суставе, занимались активным укреплением мышц.

Результаты лечения оценивали через 12 мес. с момента выполнения оперативного вмешательства. Всем пациентам выполняли МРТ коленного сустава для оценки прирастания корня внутреннего мениска и уровня экструзии внутреннего мениска. Кроме того, на контрольном осмотре пациенты заполняли шкалы-опросники ВАШ и KOOS.

Статистическую обработку полученных данных выполняли при помощи программы Microsoft Excel 16.42 и IBM SPSS 23. Для проверки статистической значимости полученных данных использовали t-критерий Стьюдента, на основании которого определяли p-значение. Прогностическую модель, характеризующую зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывали с помощью метода линейной регрессии. Построение прогностической модели вероятности определенного исхода выполняли при помощи метода логистической регрессии. Мерой определенности, указывающей на ту часть дисперсии, которая может быть объяснена с помощью логистической регрессии, служил коэффициент R^2 Найджелкера. При $p < 0,05$ различия считали статистически значимыми.

Результаты

У всех пациенток послеоперационный период протекал без особенностей, случаев инфекционных и неврологических осложнений не отмечено. Через 12 мес. ни у одной пациентки не отмечено отека коленного сустава.

На контрольных МРТ через 12 мес. после операции у 28 пациенток (87,5 %) отмечено полное заживление, а у четырех (12,5 %) – частичное заживление с наличием усиленного МР-сигнала в области корня внутреннего мениска (рис. 7).

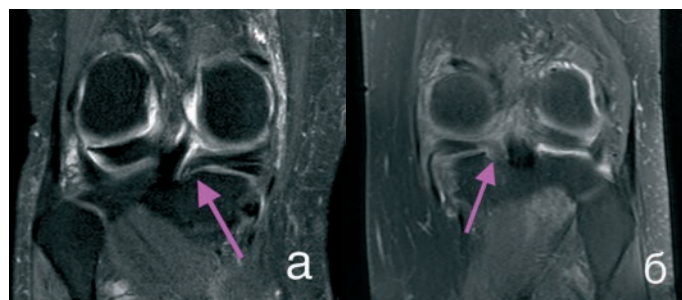


Рисунок 7. МРТ через 12 мес после операции: а) полное восстановление; б) частичное восстановление

Средний показатель болевого синдрома снизился с $(7,7 \pm 0,7)$ баллов до $(1,8 \pm 1,2)$ балла по ВАШ, перейдя из оценочного диапазона «сильная боль» в диапазон «умеренная боль». Разница составила 5,9 баллов. Такое уменьшение болевого синдрома в 4,1 раза является статистически значимым отличием ($p < 0,05$), при условии, что клинически значимым показателем является разница выше двух баллов.

Средний показатель по шкале KOOS улучшился с $(38,6 \pm 12,5)$ балла до $(75,6 \pm 14,4)$ балла, или в 2,0 раза. Парный t-критерий Стьюдента равен 16,3, критическое значение t-критерия Стьюдента при числе степеней свободы равно 31 составляет 2,04, такие изменения признака являются статистически значимыми. При этом следует отметить, что у 6 пациенток (18,8 %) показатели KOOS превысили 90 баллов, что является отличным результатом.

Средняя величина экструзии мениска до операции составила $(4,06 \pm 0,82)$ мм, после операции $(2,67 \pm 0,71)$ мм ($p > 0,05$) (табл. 2), что явилось статистически значимым, т.е. экструзия мениска сохранилась, хотя ее степень все же несколько уменьшилась (используемый метод: парный t-критерий Стьюдента). При этом у пяти пациенток (15,6 %) отмечено уменьшение только на $(0,38 \pm 0,1)$ мм, то есть осталась практически на прежнем уровне. При проведении анализа влияния степени экструзии мениска на функциональный результат по KOOS до и после операции, установлены статистически значимые изменения (рис. 8) ($p < 0,001$) (используемый метод: парный t-критерий Стьюдента).

Таблица 2

Анализ экстррузии до операции и через 1 год после операции

Экструзия				P
до операции		после операции		
M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
4,06±0,82 (n=32)	3,77–4,36	2,67±0,71 (n=32)	2,42–2,93	< 0,001

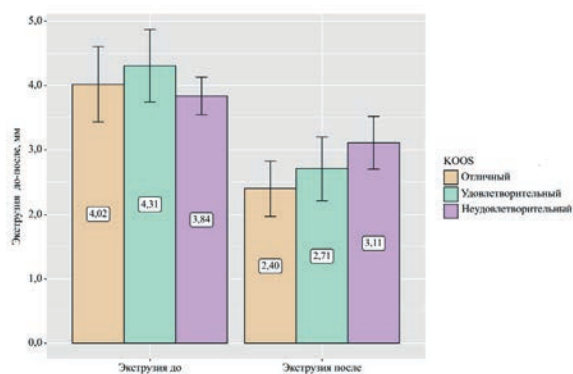


Рисунок 8. Влияние степени экстррузии мениска (в мм) на показатели KOOS

При оценке линейной регрессии зависимости результата по KOOS от степени экстррузии мениска установлена следующая зависимость. Увеличение экстррузии после операции на 1 мм приводит к уменьшению показателя KOOS на 8,02 баллов, а увеличение показателя KOOS на один балл соответствует уменьшению экстррузии мениска на 0,02 мм. Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции $r_{xy} = 0,395$, что соответствует умеренной тесноте связи по шкале Чеддока. Модель была статистически значимой ($p = 0,025$). Полученная модель объясняет 15,6 % наблюдаемой дисперсии KOOS после операции.

При анализе зависимости показателей KOOS после операции от угла НКА, были установлены статистически значимые различия ($p=0,020$) (используемый метод: Критерий Краскела – Уоллиса) (рис. 9).

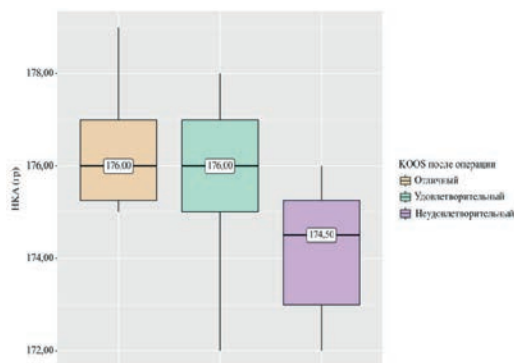


Рисунок 9. Влияние угла НКА (в градусах) после операции на показатели KOOS

Нами также была проанализирована зависимость выраженности болевого синдрома по ВАШ после операции от степени экстррузии мениска при помощи линейной регрессии. Установлено, что увеличение экстррузии после операции на 1 мм приводит к увеличению показателя ВАШ на 0,794 балла. Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции $r_{xy} = 0,367$, что соответствует умеренной тесноте связи по шкале Чеддока. Модель была статистически значимой ($p = 0,039$). Полученная модель объясняет 13,5 % наблюдаемой дисперсии ВАШ после операции.

Обсуждение

Повреждение корня медиального мениска — серьёзная патология, которая при отсутствии своевременного лечения может привести к прогрессирующему разрушению коленного сустава. Экспериментальная работа L. Dzidzishvili et al. [4] продемонстрировала, что ПКММ по тяжести дегенеративных изменений внутреннего отдела коленного сустава и скорости развития остеоартроза сопоставимо с тотальной менискотомией. L. Willinger et al. провели схожую экспериментальную работу на кадаверном материале и получили аналогичные результаты [14].

В настоящее время артроскопический шов корня мениска признан методом выбора при его повреждении и демонстрирует значительное улучшение качества жизни пациентов [6, 15–18]. В настоящем исследовании отсутствует прямая контрольная группа, данные литературы позволяют провести косвенное сравнение результатов. Например, в работе A.J. Krych et al. [19] пациенты с разрывом корня медиального мениска, получавшие консервативное лечение, продемонстрировали снижение показателей KOOS до 45–50 баллов через 12 месяцев, тогда как в нашем исследовании после рефиксации корня мениска средний KOOS составил $75,6 \pm 14,4$ балла. Это указывает на потенциальное превосходство хирургического подхода, а так же отсутствие оперативного лечения данной патологии влечёт за собой выраженное снижение клинических показателей и может потребовать ранней конверсии в тотальное эндопротезирование.

В нашем исследовании было отмечено статистически значимое улучшение функционального состояния коленного сустава по шкале KOOS после артроскопической рефиксации корня медиального мениска (табл. 3). Схожие результаты продемонстрированы в систематическом обзоре P.S. Chang et al. [20], включившего 994 пациента из 28 исследований. Авторы отметили улучшение функциональных результатов по шкалам-опросникам IKDC, HSS, Lysholm score. Помимо положительных клинических и функциональных результатов, в данной работе отмечается явное замедление прогрессирования гонартроза и, как следствие, более поздняя конверсия в тотальное эндопротезирование, что говорит о явном увеличении выживаемости коленного сустава после восстановления корня мениска. D.R. Lee et al. [21] про-

анализировав 56 исследований с участием 3191 пациента, пришли к аналогичным выводам, хотя большинство работ были низкого уровня доказательности.

Таблица 3

Результат оценки по KOOS после операции

Показатели KOOS	M ± SD (в баллах)	95% ДИ Q ₁ – Q ₃
до операции	38,62 ± 12,52	34,11 – 43,14
через 1 год	75,56 ± 14,39	70,37 – 80,75

В то же время, в ряде случаев, после оперативного вмешательства сохраняются неоднозначные клинические результаты, несмотря на удовлетворительную МРТ-картину. Так в работе G. R. Jackson et al. [22] продемонстрировали, что общая частота осложнений при рефиксации корня медиального мениска составила 10,4 %, однако только 1,4 % потребовалась конверсия в тотальную артропластику сустава. В нашей работе (табл. 4) при оценке неудовлетворительных результатов отмечено, что среднее значение НКА у этих пациентов составило 174,50° (173,00° – 175,25°) и имела средний показатель KOOS 65,2±8,4 балла. Схожие результаты опубликованы в статье K.S. Chung et al. [23], которые при долгосрочном наблюдении отметили, что худший функциональный результат был получен у пациентов с варусной деформацией, составляющей (175,3±1,8)°. J.H. Ahn et al. [24] провели исследование и пришли к тем же выводам, при варусной деформации >5° (>175°), результаты лечения сопоставимы с консервативным лечением. Таким образом, пациенты с углом НКА <175° могут рассматриваться как «контрольная» подгруппа с неблагоприятными исходами, что подчеркивает необходимость предоперационной коррекции оси конечности.

Таблица 4

Зависимость оценки функции коленного сустава по KOOS после операции от значений угла НКА

Показатель KOOS	Категории	НКА,°		
		Me	Q ₁ – Q ₃	n
Через 1 год после операции	Отличный	176,00	175,25 – 177,00	14
	Удовлетворительный	176,00	175,00 – 177,00	10
	Неудовлетворительный	174,50	173,00 – 175,25	8

В нашей работе мы отметили восемь неудовлетворительных результатов, при этом было выявлено, что у данных пациентов средние показатели экстррузии внутреннего мениска находились в диапазоне (3,11±0,49) мм, что в 1,5 раза больше (p<0,05), чем у пациентов, функциональные результаты которых находились в диапазонах «удовлетворительно» или «отлично». Полученные данные могут свидетельствовать

о том, что повышенный уровень экстррузии мениска отрицательно влияет на клинические результаты. Однако вопрос влияния экстррузии внутреннего мениска после рефиксации корня на клинические результаты все еще остается предметом дискуссии. Так, в своем исследовании Daniel J. Kaplan et al. [12] отметили, что при увеличении средней величины экстррузии после операции на 1,24 мм, показатели IKDC и Lysholm достоверно уменьшались, а так же при имеющейся до операции экстррузии >3 мм, после операции не отмечено уменьшение. H.K. Moon et al. [11], в своем исследовании долгосрочных результатов продемонстрировали, что экстррузия медиального мениска увеличилась после оперативного вмешательства с 3,6 до 5,0 мм. В противовес указанным работам S.B. Kim et al. [13] обнаружили, что экстррузия после операции уменьшилась у 87 % исследуемых пациентов и снизилась до 2,94 мм. J.R. Khoo et al. [25] провели систематический обзор с метаанализом, и пришли к выводам что меньшая экстррузия мениска приводит к лучшим клиническим результатам и лучшему приживлению при послеоперационном МРТ исследовании. Однако в работе S. E. Flores et al. [26] не было выявлено корреляции между наличием экстррузии до операции и исходами лечения пациентов. В нашей работе мы отметили уменьшение экстррузии у 100 % пациентов (табл. 5), что коррелировало с улучшением функционального результата по KOOS и уменьшением болевого синдрома. Это косвенно свидетельствует о преимуществе предложенной техники. На этом фоне интересной представляется работа N.D. Leafblad et al. [27], в которой продемонстрирована техника централизации медиального мениска, заключающаяся в восстановлении анатомического положения мениска при его экстррузии, что теоретически может обеспечить улучшение клинических показателей. Централизация мениска заключается в том, что производится прошивание тела мениска с фиксацией к большеберцовой кости (транстибиальная или анкерная) тем самым происходит вправление мениска в сустав и восстановление функции мениско-тибиальной связки. Y. Mochizuki et al. [28] в своей работе продемонстрировали что данная процедура значительно улучшила клинические результаты и уменьшила экстррузию мениска. A.J. Krych et al. [29] пришли к схожим результатам. Остается не ясным, какие показания к выполнению централизации мениска при повреждениях корня. В своей работе K. Doan et al. [30] продемонстрировали, что при повреждении корня медиального мениска и менискотибальной связки, экстррузия значительно больше, чем при изолированном повреждении корня мениска, однако в этой работе они показали что изолированное восстановление корня мениска значительно уменьшает экстррузию и давление на внутренних мыщелках большеберцовой и бедренной кости. В этой же работе они продемонстрировали, что изолированное повреждение менискотибальной связки не изменяет контактное давление во внутреннем отделе коленного сустава.

Таблица 4

Зависимость оценки функции коленного сустава по KOOS после операции от значений угла НКА

Результат по KOOS через 1 год после операции	Экструзия				p
	до операции		через 1 год по- сле операции		
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Отличный (n=14)	4,02±1,02	3,43–4,60	2,40±0,74	1,97–2,82	<0,001
Удовлетво- рительный (n=10)	4,31±0,79	3,74–4,87	2,71±0,69	2,21–3,20	<0,001
Неудовлет- воритель- ный (n=8)	3,84±0,35	3,55–4,13	3,11±0,49	2,70–3,52	0,009
p	0,481		0,072		–

Таким образом, рефиксация медиального мениска приводит к достижению хороших функциональных результатов у большинства пациентов, что подтверждается как данными литературы, так и нашими исследованиями. Вместе с тем, на результаты операции оказывает влияние ряд факторов, среди которых можно указать степень деформации оси нижней конечности (угол НКА), а также величину экструзии мениска. Однако важно продолжать дальнейшие исследования, направленные на оценку и снижение влияния факторов риска, ведущих к неудовлетворительным результатам.

Выводы

Рефиксация корня медиального мениска коленного сустава, выполненная с применением модифицированной хирургической техники тарнстибиальной фиксации, у пациентов с поражениями суставного хряща не выше 2 степени по классификации ICRS, позволила добиться отличных и удовлетворительных клинических и функциональных результатов в 75,0 % наблюдений, что позволяет рекомендовать эту операцию в качестве метода выбора при верификации соответствующих повреждений.

После операции наблюдалось статистически значимое уменьшение экструзии мениска с 4,06 мм до 2,67 мм. Хотя экструзия полностью не исчезла установлена зависимость степени экструзии медиального мениска после артроскопической фиксации его корня с функцией коленного сустава (умеренная частота связи по шкале Чеддока - $g_{xy} = 0,395$), что позволяет использовать данный критерий как один из маркеров прогнозирования и оценки результатов лечения. Это подчеркивает важность хирургической техники восстановления мениска.

При варусной деформации нижней конечности со значением угла НКА $<175^\circ$ функциональные результаты после фиксации корня внутреннего мениска без коррекции этого

угла статистически значимо ухудшаются, и оцениваются как неудовлетворительные, что требует выполнения дополнительных хирургических техник для коррекции угла варусной деформации до операции.

Ограничениями данного исследования являются сравнительно небольшая выборка пациентов, короткий период наблюдения и отсутствие группы сравнения. Также следует изучить эффективность комбинации рефиксации с централизацией мениска и коррекцией угла варусной деформации.

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

Список литературы:

1. LaPrade C.M., James E.W., Cram T.R. et al. Meniscal root tears: a classification system based on tear morphology. *The American journal of sports medicine*. 2015; 43 (2): 363-369. <https://doi.org/10.1177/0363546514559684>
2. Langhans M.T., Lamba A., Saris D.B. et al. Meniscal extrusion: diagnosis, etiology, and treatment options. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2023; 16 (7): 316-327. <https://doi.org/10.1007/s12178-023-09840-4>
3. Furumatsu T., Okazaki Y., Okazaki Y. et al. Injury patterns of medial meniscus posterior root tears. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2019; 105 (1): 107-111. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.10.001>
4. Dzidzishvili L., López-Torres I.I., Guerrero C.C. et al. Developing an experimental model of early knee osteoarthritis after medial meniscus posterior root release: an in vivo study. *Journal of Experimental Orthopaedics*. 2022; 9(1): 66. <https://doi.org/10.1186/s40634-022-00501-y>
5. Edwards C., Goldman B.H., Turley J. et al. Outcomes after surgical repair of medial meniscal root tears: a review. *The Journal of Knee Surgery*. 2021; 34(14): 1599-1602. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1710565>
6. Pache S., Aman Z.S., Kennedy M. et al. Meniscal root tears: current concepts review. *Archives of Bone and Joint Surgery*. 2018; 6 (4): 250. <https://doi.org/10.1177/0363546511435622>
7. Krivicich L.M., Kunze K.N., Parvaresh K.C. et al. Comparison of long-term radiographic outcomes and rate and time for conversion to total knee arthroplasty between repair and meniscectomy for medial meniscus posterior root tears: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*. 2022; 50 (7): 2023-2031. <https://doi.org/10.1177/03635465211017514>
8. Lee D.R., Reinholz A.K., Till S.E. et al. Current reviews in musculoskeletal medicine: current controversies for treatment of meniscus root tears. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2022; 15 (4): 231-243. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09759-2>
9. Faucett S.C., Geisler B.P., Chahla J. et al. Meniscus root repair vs meniscectomy or nonoperative management to prevent knee osteoarthritis after medial meniscus root tears: clinical and economic effectiveness. *The American journal of sports medicine*. 2019; 47 (3): 762-769. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.10.001>
10. Hwang B.Y., Kim S.J., Lee S. et al. Risk factors for medial meniscus posterior root tear. *The American journal of sports medicine*. 2012; 40 (7): 1606-1610. <https://doi.org/10.1177/0363546512447792>

11. Moon H.K., Koh Y.G., Kim Y.C. et al. Prognostic factors of arthroscopic pull-out repair for a posterior root tear of the medial meniscus. *The American journal of sports medicine*. 2012; 40 (5) : 1138-1143. <https://doi.org/10.1177/0363546511435622>
12. Kaplan D.J., Alaia E.F., Dold A.P. et al. Increased extrusion and ICRS grades at 2-year follow-up following transtibial medial meniscal root repair evaluated by MRI. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2018; 26: 2826-2834. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4755-8>
13. Kim S.B., Ha J.K., Lee S.W. et al. Medial meniscus root tear refixation: comparison of clinical, radiologic, and arthroscopic findings with medial meniscectomy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2011; 27(3): 346-354. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2010.08.005>
14. Willinger L., Lang J.J., Berthold D. et al. Varus alignment aggravates tibiofemoral contact pressure rise after sequential medial meniscus resection. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020; 28: 1055-1063. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05654-5>
15. Moore M., Levitt S., Lin C.C. et al. Clinical outcomes following transtibial medial meniscal root repair are maintained at long-term follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2024; 32 (11): 2959-2966. <https://doi.org/10.1002/ksa.12321>
16. Ro K.H., Kim J.H., Heo J.W. et al. Clinical and radiological outcomes of meniscal repair versus partial meniscectomy for medial meniscus root tears: a systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2020; 8 (11): 232. <https://doi.org/10.1177/2325967120962078>
17. Day M.S., Ryan M.K., Strauss E.J. Meniscal Root Tears: Evaluation and Management. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*. 2018; 76 (1): 14-21. <https://doi.org/10.2106/BJJS.RVW.15.00082>
18. Bernard CD, Kennedy NI, Taglierio AJ, et al. Medial meniscus posterior root tear treatment: a matched cohort comparison of nonoperative management, partial meniscectomy, and repair. *The American journal of sports medicine*. 2020; 48 (1): 128-132. <https://doi.org/10.1177/0363546519888212>
19. Krych A.J., Reardon P.J., Johnson N.R. et al. Non-operative management of medial meniscus posterior horn root tears is associated with worsening arthritis and poor clinical outcome at 5-year follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2017; 25: 383-389. <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4359-8>
20. Chang, P.S., Radtke L., Ward P., Brophy R.H. Midterm outcomes of posterior medial meniscus root tear repair: a systematic review. *The American Journal of Sports Medicine*. 2022; 50 (2): 545-553. <https://doi.org/10.1177/0363546521998297>
21. Lee D.R., Lu Y., Reinholz A.K., et al. Root repair has superior radiological and clinical outcomes than partial meniscectomy and nonoperative treatment in the management of meniscus root tears: a systematic review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2025; 41 (2): 390-417. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09759-2>
22. Jackson G.R., Warriar A.A., Wessels M., et al. A systematic review of adverse events and complications after isolated posterior medial meniscus root repairs. *The American Journal of Sports Medicine*. 2024; 52 (4): 1109-1115. <https://doi.org/10.1177/03635465231157758>
23. Chung K.S., Ha J.K., Ra H.J., Kim J.G. Preoperative varus alignment and postoperative meniscus extrusion are the main long-term predictive factors of clinical failure of meniscal root repair. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2021; 29 (12): 4122-4130. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06405-7>
24. Ahn J., Jeong H., Lee Y., et al. Comparison between conservative treatment and arthroscopic pull-out repair of the medial meniscus root tear and analysis of prognostic factors for the determination of repair indication. *Archives of Orthopaedic & Trauma Surgery*. 2015; 135 (9). <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2269-8>
25. Khoo J.R., Yau W.P. Repair of meniscus root tear—Is there a difference between medial meniscus root repair and lateral meniscus root repair? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2023; 31 (2): 102. <https://doi.org/10.1177/10225536231175233>
26. Flores S.E., Manatrakul R., Anigwe C., et al. Prognostic Factors on Preoperative MRI for Patient-Reported Outcomes After Posterior Medial Meniscus Root Repair. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2024; 12 (8): 232. <https://doi.org/10.1177/23259671241263648>
27. Leafblad N.D., Smith P.A., Stuart M.J., Krych A.J. Arthroscopic centralization of the extruded medial meniscus. *Arthroscopy techniques*. 2021; 10 (1): 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.09.005>
28. Mochizuki Y., Kawahara K., Samejima Y., et al. Short-term results and surgical technique of arthroscopic centralization as an augmentation for medial meniscus extrusion caused by medial meniscus posterior root tear. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2021; 31: 1235-1241. <https://doi.org/10.1007/s00590-021-02874-9>
29. Krych A.J., Boos A.M., Lamba A., Smith P.A. Satisfactory clinical outcome, complications, and provisional results of meniscus centralization with medial meniscus root repair for the extruded medial meniscus at mean 2-year follow-up. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2024; 40 (5): 1578-1587. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2023.10.003>
30. Doan K, Dey Hazra M.E., Brown J.R., et al. Biomechanical analysis of meniscotibial ligament tenodesis to treat meniscal extrusion in the setting of posterior medial meniscus root repair. *The American Journal of Sports Medicine*. 2023; 51 (12): 3204-3210. <https://doi.org/10.1177/03635465231193961>

Авторы:

Римский Арсений Александрович – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института клинической медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия, e-mail ar-srim@mail.ru

Андрей Владимирович Гаркави – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института клинической медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия, e-mail avgar22@yandex.ru

Дмитрий Алексеевич Романов – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института клинической медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия, e-mail dr.romanov67@mail.ru

Дарья Александровна Найда – кандидат медицинских наук, заведующая кабинетом биологической и хирургической реконструкции крупных суставов ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, 105094, Россия, e-mail dariaanayda@gmail.com.

Лев Олегович Кнеллер – кандидат медицинских наук, заведующий отделением – врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения АО «К 31 Сити», Москва, 123112, Россия, e-mail okneller90@gmail.com

Геннадий Михайлович Кавалерский – доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института клинической медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, 119991, Россия, e-mail: gkavalerskiy@mail.ru

Автор, ответственный за переписку:

Римский Арсений Александрович, 89265214545, arsrin@mail.ru

Authors:

Rimskiy Arseniy A. – I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery, Postgraduate of the department, Moscow, 119991, Russia, e-mail dr.romanov67@mail.ru

Garkavi Andrey V. – Doctor of Medical Sciences, Professor, I.M.Sechenov First Moscow State Medical University e Department of

Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor, Moscow, 119991, Russia, e-mail avgar22@yandex.ru

Romanov Dmitriy A. – I.M. PhD of Medical Sciences, Sechenov First Moscow State Medical University, Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery, assistant of the department, Moscow, 119991, Russia, e-mail dr.romanov67@mail.ru

Daria A. Naida – MD, PhD, Head of the office of biological and surgical reconstruction of large joints of the Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, 105094, Russia e-mail dariaanayda@gmail.com.

Kneller Lev O. – PhD of Medical Sciences, АО «К 31 City», Trauma and orthopedic surgeon and head of department, Moscow, 123423, Russia, e-mail okneller90@gmail.com

Kavalersky Gennady M. – Doctor of Medical Sciences, Professor, I.M.Sechenov First Moscow State Medical University e Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor, Moscow, 119991, Russia, e-mail gkavalerskiy@mail.ru

Corresponding author:

Rimskiy Arseniy Aleksandrovich, arsrin@mail.ru