

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОДНОМОМЕНТНОЙ АРТРОСКОПИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЕИХ КРЕСТООБРАЗНЫХ СВЯЗОК КОЛЕННОГО СУСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ КОСТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Д.А. Шулепов, М.Р. Салихов, О.В. Злобин

ФГБУ «Российский орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

*Проблема диагностики и лечения хронической переднезадней нестабильности коленного сустава при мультилигаментарных повреждениях остается актуальной как в медицинском, так и в социальном плане. Консервативное лечение пациентов с этой патологией является малоэффективным из-за выраженной нестабильности и грубого нарушения биомеханики коленного сустава. В настоящее время нет единого мнения как о тактике оперативного лечения этого заболевания, так и о способе пластического замещения утраченного связочного аппарата.*

**Цель работы:** оценить клинические результаты применения модифицированной техники артроскопической пластики обеих крестообразных связок коленного сустава.

**Пациенты и методы.** На основании проведенных ранее анатомических исследований авторами сформулированы основные принципы безопасного формирования костных тоннелей при одномоментной артроскопической пластике передней (ПКС) и задней (ЗКС) крестообразных связок. Предложена оригинальная методика операции, направленная на минимизацию риска ранения подколенной артерии в процессе формирования тиббиального костного тоннеля. В период с 2010 по 2017 г. в отделении эндоскопической хирургии были пролечены 20 пациентов с повреждением ПКС и ЗКС с использованием этой методики. Результаты оценены через 6 и 12 мес после операции. Для оценки клинических результатов были использованы клиническое обследование, опросники IKDC и Lisholm-Gillquist и визуальная аналоговая шкала оценки боли (VAS).

**Результаты.** Средний показатель по опроснику IKDC составил до операции  $34,16 \pm 13,31$  балла, по шкале Lisholm-Gillquist —  $34,89 \pm 18,37$  балла. Через 6 мес после операции —  $58,75 \pm 6,38$  и  $69,78 \pm 14,10$  балла по IKDC и Lisholm-Gillquist соответственно, что статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) выше, чем до оперативного вмешательства. Через 1 год после операции положительная динамика наблюдалась еще более отчетливо ( $p < 0,01$ ):  $76,83 \pm 9,26$  и  $82,00 \pm 6,38$  балла соответственно. Заключительный результат оценки по протоколу IKDC: к группе А (хороший результат) были отнесены 11 (55,0%) пациентов, к группе В (близкий к хорошему результат) — 6 (30,0%), к группе С (удовлетворительный результат) — 2 (10,0%) и к группе D (неудовлетворительный результат) — 1 (5,0%).

**Заключение.** Полученные клинические результаты позволяют оценить предложенный метод как эффективный. При этом способ формирования костных тоннелей обладает рядом преимуществ по сравнению с классической методикой, в том числе позволяет минимизировать риск интраоперационного повреждения структур подколенного сосудисто-нервного пучка.

**Ключевые слова:** артроскопия, пластика крестообразных связок, нестабильность коленного сустава

**Конфликт интересов:** не заявлен

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки

**КАК ЦИТИРОВАТЬ:** Шулепов Д.А., Салихов М.Р., Злобин О.В. Результаты одномоментной артроскопической реконструкции обеих крестообразных связок коленного сустава с использованием модифицированной методики формирования костных тоннелей. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2019;4:12-21. <https://doi.org/10.17116/vto201904112>

## MID-TERM RESULTS OF MULTI-LIGAMENT POSTERIOR AND ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION USING A MODIFIED METHOD OF BONE TUNNELS DRILLING

D.A. Shulepov, M.R. Salihov, O.V. Zlobin

Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics after RR Vreden, Saint-Petersburg, Russia

*The problem of diagnosis and treatment of chronic anterior-posterior instability of the knee joint in multi-ligamentous injuries remains relevant, both medically and socially. Conservative treatment of patients with this pathology is ineffective due to severe instability and gross violation of the biomechanics of the knee joint. Currently, there is no consensus on the tactics of surgical treatment of this disease, and on the method of plastic replacement of the lost ligamentous apparatus.*

**Objective.** To evaluate the clinical results of the modified technique of arthroscopic plastic surgery of both cruciate ligaments of the knee joint.

**Patients and methods.** Based on previous anatomical studies, the authors formulated the basic principles of safe formation of bone tunnels in simultaneous arthroscopic plastic surgery of the anterior (PKS) and posterior (ZKS) cruciate ligaments. An original method of surgery aimed at minimizing the risk of injury to the popliteal artery during the formation of the tibial bone tunnel is proposed. In the period from 2010 to 2017, the Department of endoscopic surgery treated 20 patients with damage to the SCS and SCS using this technique. The results were evaluated 6 and 12 months after surgery. Clinical examination, IKDC and Lisholm-Gillquist questionnaires and the visual analog pain assessment scale (VAS) were used to evaluate clinical results.

**Results.** The average score on the IKDC questionnaire was  $34.16 \pm 13.31$  points before surgery, and  $34.89 \pm 18.37$  points on the Lisholm-Gillquist questionnaire. 6 months after surgery —  $58.75 \pm 6.38$  and  $69.78 \pm 14.10$  points

according to IKDC and Lisholm—Gillquist, respectively, which is statistically significant ( $p < 0.05$ ) higher than before surgery. A year after the operation, the positive dynamics was observed even more clearly ( $p < 0.01$ ):  $76.83 \pm 9.26$  and  $82.00 \pm 6.38$  points, respectively. The final result of the evaluation according to the IKDC Protocol: 11 (55.0%) patients were assigned to group A (good result), 6 (30.0%) to group B (close to good result), 2 (10.0%) to group C (satisfactory result) and 1 (5.0%) patient to group D (unsatisfactory result). Conclusion. The obtained clinical results allow to evaluate the proposed method as effective. In this case, the method of forming bone tunnels has a number of advantages compared to the classical technique, including minimizing the risk of intraoperative damage to the structures of the popliteal neurovascular bundle.

Key words: arthroscopy, knee instability, cruciate ligament reconstruction

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

**TO CITE THIS ARTICLE:** Shulepov DA, Salihov MR, Zlobin OV. Mid-term results of multi-ligament posterior and anterior cruciate ligament reconstruction using a modified method of bone tunnels drilling. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;4:12-21. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201904112>

**Введение.** При травмах коленного сустава повреждения крестообразных связок занимают 2-е место после повреждений менисков и превышают 45% всех травм. В то же время повреждения задней крестообразной связки (ЗКС) относительно редки и составляют 3,3–6,5% [1, 2]. При этом сочетание их с повреждением передней крестообразной связки (ПКС) встречается в 40–46% случаев, т.е. порядка 2–3% в общем спектре повреждений коленного сустава [3, 4].

Повреждение обеих крестообразных связок является чаще всего результатом высокоэнергетической травмы, приводящей в остром периоде к вывиху голени и нередко к повреждению не только внутрисуставных, но и окружающих структур [5, 6]. Это приводит к невозможности в остром периоде приступить к восстановлению крестообразных связок и, как следствие, к формированию хронической переднезадней нестабильности коленного сустава.

Проблема тактики лечения хронической переднезадней нестабильности при мультилигаментарных повреждениях остается на сегодняшний день достаточно актуальной [6]. Консервативное лечение таких пациентов, как правило, является неэффективным из-за выраженной нестабильности коленного сустава и грубого нарушения его биомеханики [4].

Большинство авторов [7–10] склонны считать одномоментное восстановление обеих связок наиболее эффективным вариантом лечения. Восстановление этих структур в 2 этапа обрекает пациента на длительное лечение с несколькими госпитализациями и не улучшает отдаленных результатов. По данным современной литературы, в большинстве случаев отдаленные функциональные результаты оперативного лечения пациентов с этой патологией не зависят ни от выбора вида трансплантата, ни от типа использованных фиксаторов. Учитывая необходимость использования большого объема пластического материала для одномоментного замещения ПКС и ЗКС, все более значимым становится применение аллогенных сухожильных трансплантатов.

Техника артроскопической реконструкции ЗКС подразумевает этап иссечения рубцовых тканей в заднем отделе коленного сустава с последующим формированием костного канала в большеберцовой кости. Этот этап связан с риском повреждения близко

расположенных к данной зоне структур подколенно-сосудисто-нервного пучка, что отмечается многими авторами [11–13]. На сегодняшний день недостаточно освещен вопрос создания безопасных условий для комфортного выполнения этого этапа оперативного вмешательства.

Цель настоящей работы — изучение эффективности модифицированной техники артроскопической одномоментной реконструкции обеих крестообразных связок, направленной на улучшение визуализации и снижение риска травматического повреждения подколенной артерии при формировании костных тоннелей.

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Для уточнения взаимоотношений между подколенной артерией, ЗКС и прочими структурами заднего отдела коленного сустава было проведено экспериментальное клинко-анатомическое исследование, результаты которого публиковались в журнале «Травматология и ортопедия России» в 2012 г. [14]. В результате проведенной работы были предложены технические приемы, позволяющие максимально снизить риск ранения подколенной артерии (ПА):

— учитывая дорсальное смещение ствола ПА при сгибании в коленном суставе, наиболее оптимальным является проведение спицы и сверла в положении  $90^\circ$  флексии;

— вертикальный уклон костного тоннеля увеличивается до  $55^\circ$  по отношению к тиббиальному плато;

— при формировании костного тоннеля через латеральный мышечек большеберцовой кости угол отклоняется дорсально и медиально, т.е. в сторону от нормального положения ПА;

— костные тоннели в большеберцовой кости формируются в разноименных мышечках: через латеральный для трансплантата ЗКС и через медиальный для трансплантата ПКС.

По вышеописанной методике в период с 2010 по 2017 г. были прооперированы 22 пациента (средний возраст 35 [25; 38] лет): 14 (60,6%) мужчин и 8 (29,4%) женщин.

Перед операцией всем пациентам были выполнены МРТ коленного сустава (рис. 1) и рентгенография под нагрузкой (рис. 2). Результаты клинического

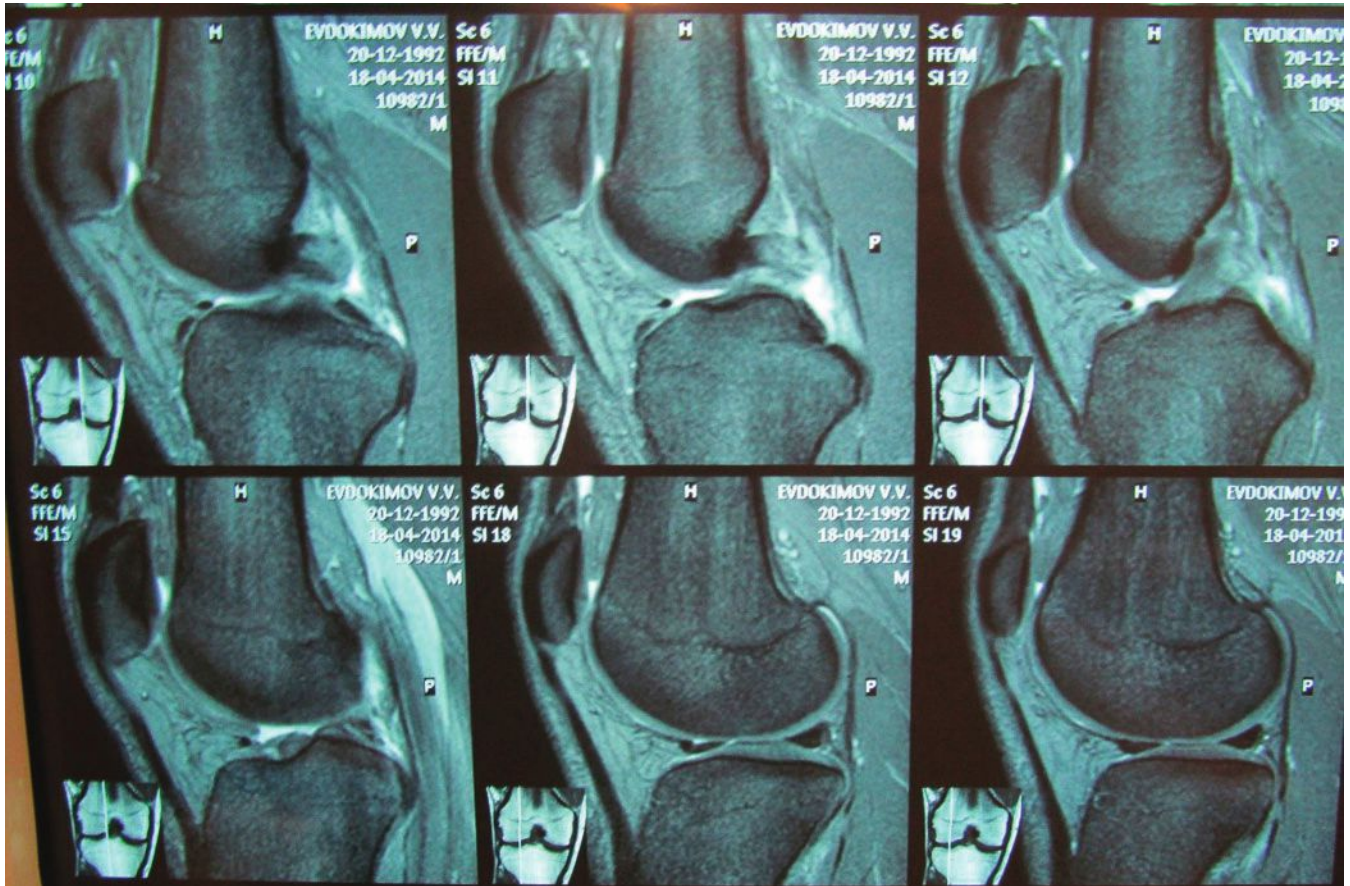


Рис. 1. МРТ-картина разрыва ПКС и ЗКС.

Fig. 1. MRI of PCL and ACL tears.



Рис. 2. Рентгенография коленного сустава с нагрузкой для оценки степени заднего смещения голени.

Fig. 2. Functional X-ray to measure knee posterior instability.

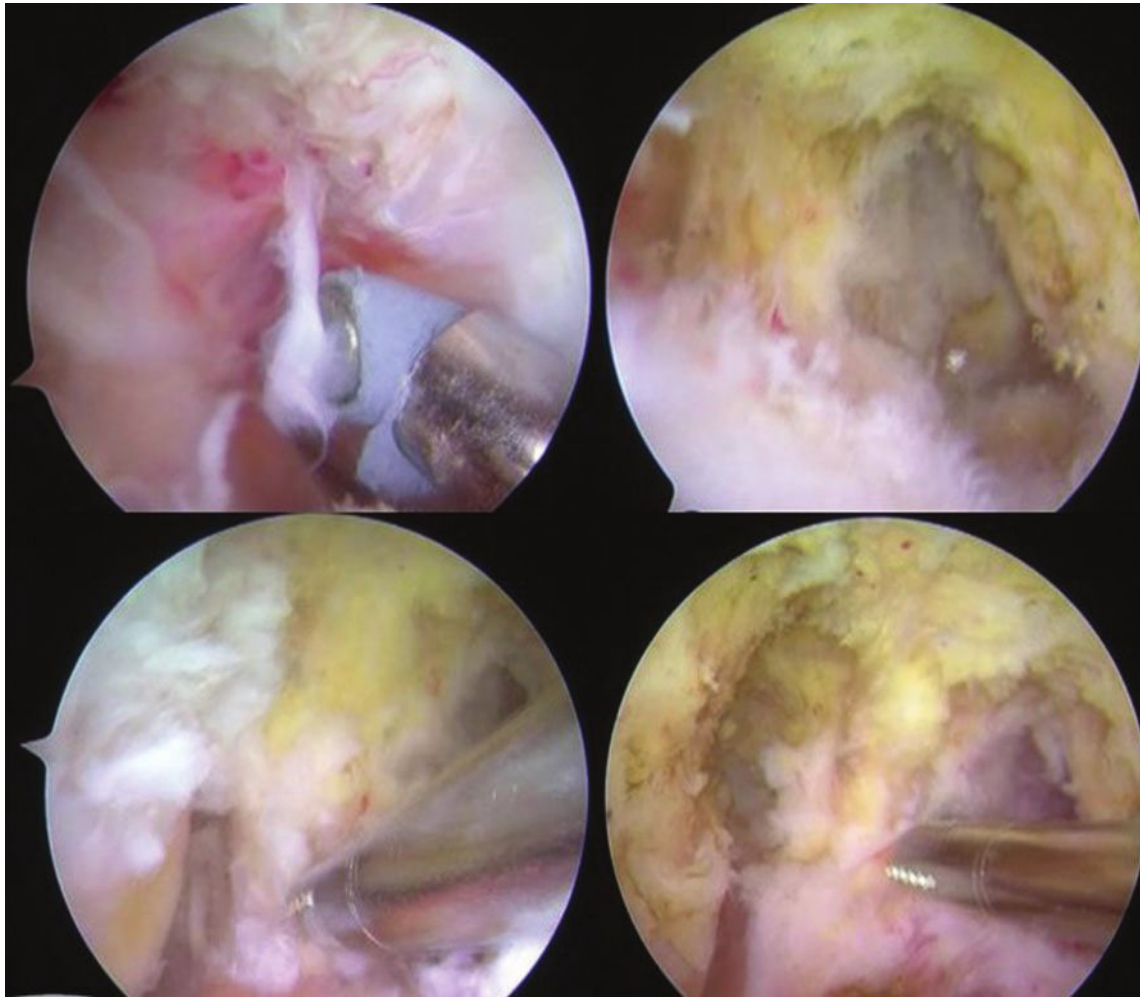


Рис. 3. Дебридмент, резекция культы ЗКС.

Fig. 3. Resection of PCL fibers, debridment.

осмотра, рентгенологических и МРТ-исследований фиксировались согласно протоколу IKDC 2000. Для функциональной оценки коленного сустава были использованы опросники IKDC и Lisholm-Gillquist. Болевой синдром оценивался по визуальной аналоговой шкале (VAS).

Всем пациентам была выполнена одномоментная аллопластика ПКС и ЗКС по собственной разработанной методике.

В качестве аллотрансплантатов применялись 2 аллогенных сухожилия длиной малоберцовой мышцы. Выбор вида трансплантата был основан на проведенном ранее исследовании физико-механических свойств различных аллосухожилей [15].

Реконструктивному этапу операции предшествовала диагностическая артроскопия. При выявлении в ходе этого этапа травматической патологии хрящевого покрова и/или менисков проводились соответствующие оперативные приемы.

Следующим этапом осуществлялось иссечение рубцовой ткани и фрагментов поврежденных крестообразных связок в межмышечковом пространстве. Особое внимание уделялось визуализации заднего

отдела сустава и заднего межмышечкового пространства вследствие обязательного формирования дополнительного заднемедиального порта (рис. 3).

Формирование костных тоннелей проводилось с использованием направителей из набора для пластики крестообразных связок. Костный тиббиальный тоннель для ЗКС создавался согласно разработанной методике, через латеральный мышечок, с выходом в зоне задней межмышечковой ямки на 15 мм ниже щели сустава (рис. 4).

Бедренный костный тоннель формировали согласно анатомическому положению нативной ЗКС — в положении «1,5–2 ч» (для правого коленного сустава), на 3–4 мм кзади от заднего края хряща мышечка бедренной кости (рис. 5).

Предварительно измеренные и подготовленные сдвоенные аллогенные сухожилия последовательно проводились в костные тоннели (рис. 6).

После проведения и фиксации на бедренной кости трансплантата ЗКС формировались костные тоннели для пластики ПКС. Использовались стандартная транстибиальная методика и набор направителей для ее выполнения (рис. 7).

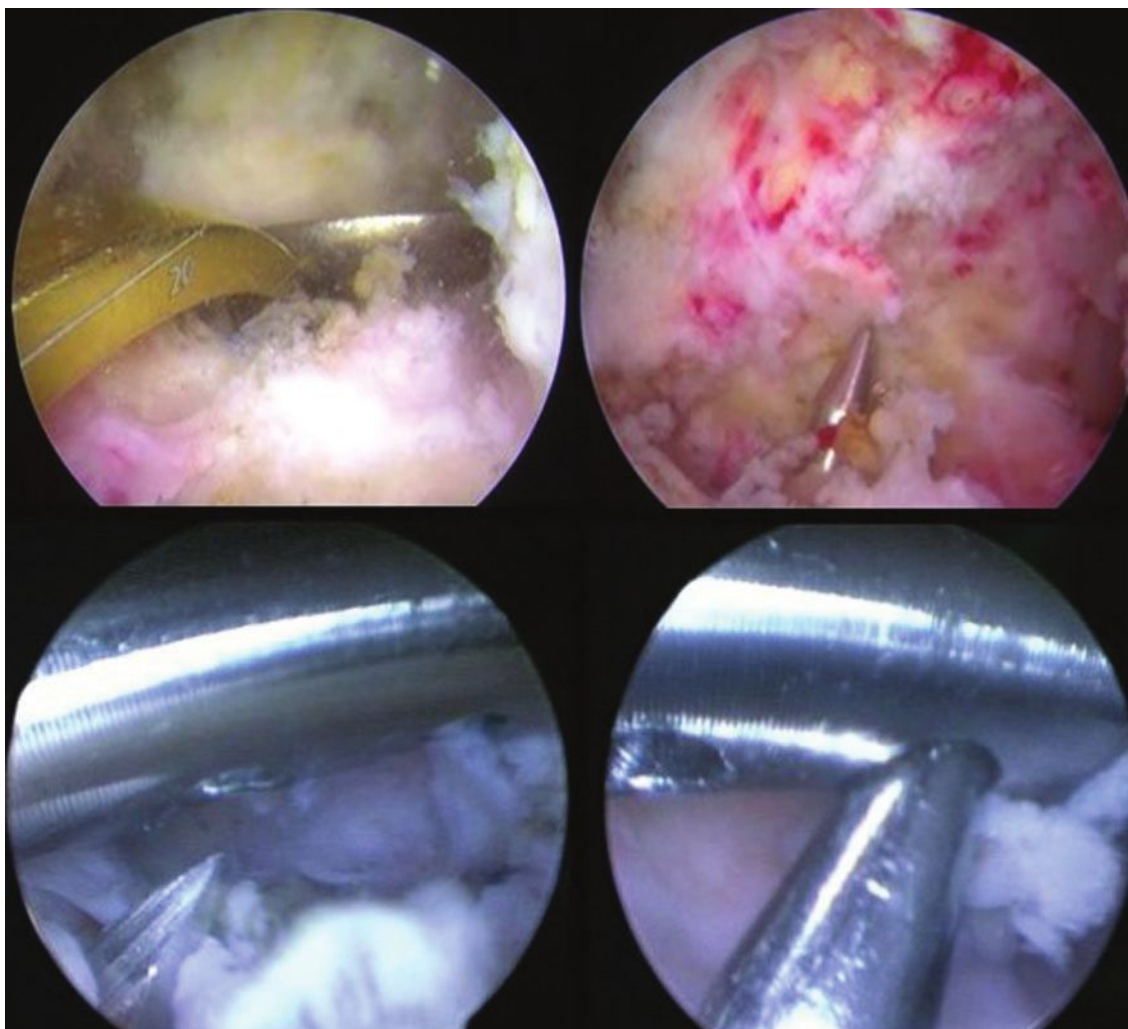


Рис. 4. Артроскопическая картина формирования тибального костного тоннеля для пластики ЗКС.

Fig. 4. Making of tibial bone tunnel.

Таким образом, костные тоннели в большеберцовой кости проводились через разноименные мышечки: латеральный для ЗКС и медиальный для ПКС.

Следует отметить необходимость соблюдения строгой последовательности фиксации аллотрансплантатов в костных тоннелях. Авторами рекомендуется первым этапом выполнять натяжение и фиксацию в каналах трансплантата ЗКС, затем — трансплантата ПКС. Такая последовательность позволяет максимально вывести голень из заднего подвывиха. Последним этапом производится дополнительное натяжение фиксированных трансплантатов за счет самозатягивающихся петель фиксаторов в бедренных каналах.

В послеоперационном периоде для иммобилизации применяли заднестабилизирующий ортопедический тугор на срок 4 нед. Осевая нагрузка на оперированную конечность ограничивалась на тот же срок. В дальнейшем пациенту рекомендовалось ношение шарнирного ортеза сроком до 6 нед.

В раннем послеоперационном периоде пациентам выполнялась рентгенография коленного сустава в 2 стандартных проекциях.

Динамическое наблюдение в послеоперационном периоде проводилось в сроки 4 нед (устранение иммобилизации), 6 и 12 мес (оценка по протоколам и опросникам IKDC и Lisholm-Gilquist, VAS).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным предоперационного обследования у всех пациентов наблюдалась картина хронической переднезадней нестабильности с повреждением обеих крестообразных связок. Функциональные нарушения оценивались по протоколу IKDC. К группе С были отнесены 12 пациентов, к группе D — 9.

По субъективной оценке функции коленного сустава пациентами с помощью опросника IKDC до операции средний показатель составлял  $34,16 \pm 13,31$  балла, по Lisholm-Gillquist —  $34,89 \pm 18,37$  балла. Степень интенсивности болевого синдрома согласно шкале VAS варьировала от 2 до 6 баллов, составив в среднем  $2,88 \pm 0,64$  балла.

Через 12 мес после операции средний показатель по опроснику IKDC составил  $76,83 \pm 9,26$  балла, по шкале Lisholm-Gillquist —  $82,00 \pm 6,38$  балла,

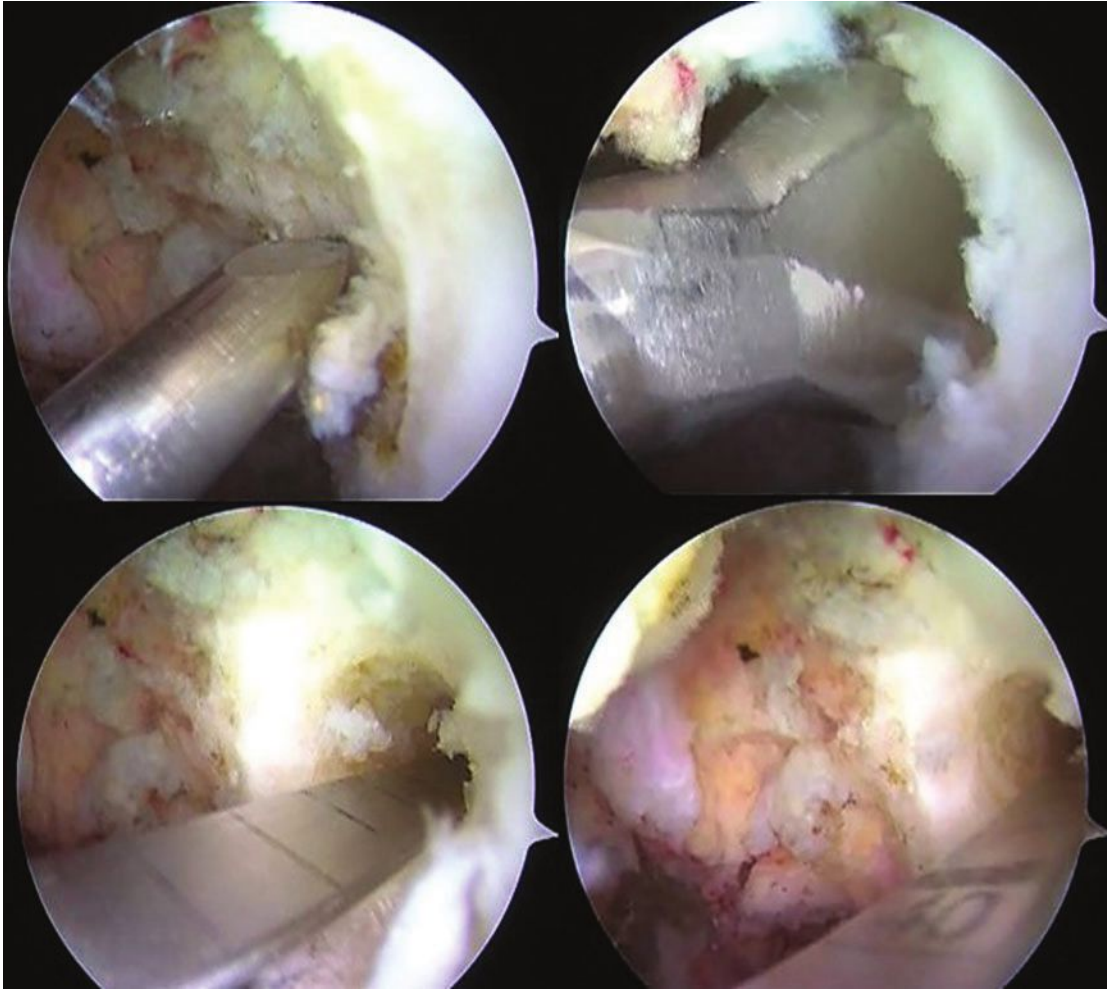


Рис. 5. Артроскопическая картина формирования феморального костного туннеля для пластики ЗКС.

Fig. 5. Making of femoral bone tunnel.

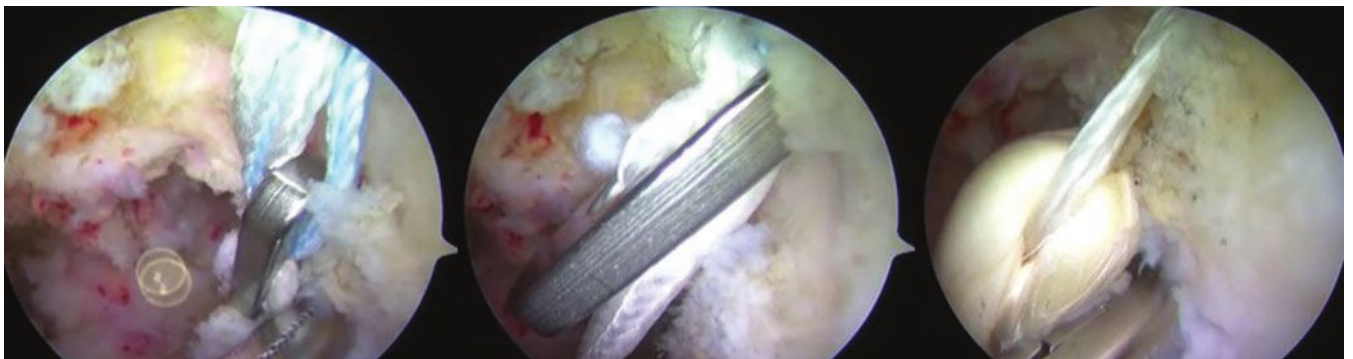


Рис. 6. Протягивание и установка аллотрансплантата ЗКС через костные туннели.

Fig. 6. Positioning of the PCL allograft through the bone tunnels.

что было статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) выше, чем до оперативного вмешательства (рис. 8).

Кроме того, через 12 мес пациентам рекомендовалось выполнить МРТ коленного сустава для оценки состояния трансплантатов и костных туннелей (рис. 9).

Также было отмечено выраженное снижение болевого синдрома у всех пациентов. Через 12 мес после

операции болевой синдром отсутствовал у 5 пациентов, у остальных больных его выраженность не превышала 4 балла по 10-балльной VAS. Средний показатель по VAS через 1 год составил  $1,00 \pm 0,76$  балла. Таким образом, снижение степени болевого синдрома по сравнению с дооперационным периодом было статистически значимо ( $p < 0,05$ ).

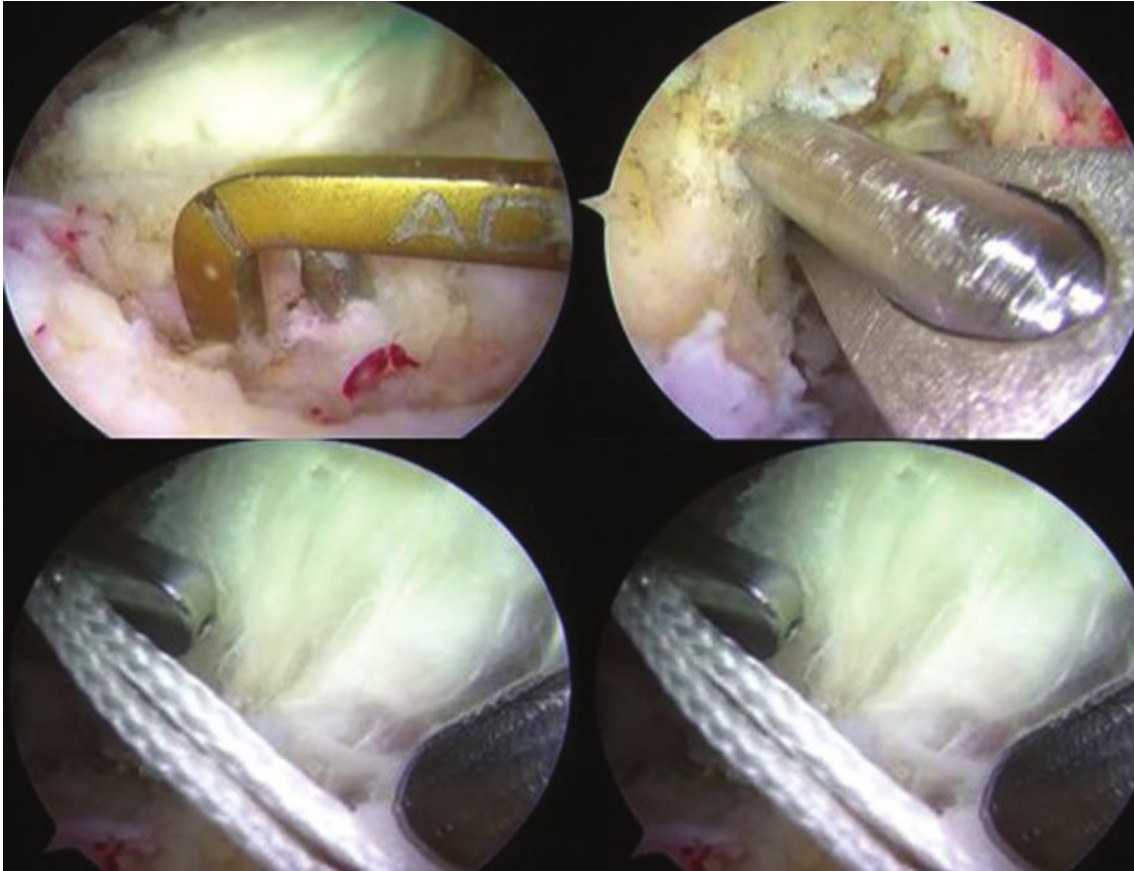


Рис. 7. Артроскопическая картина основных этапов пластики ПКС.

Fig. 7. Main stages of ACL plasty.

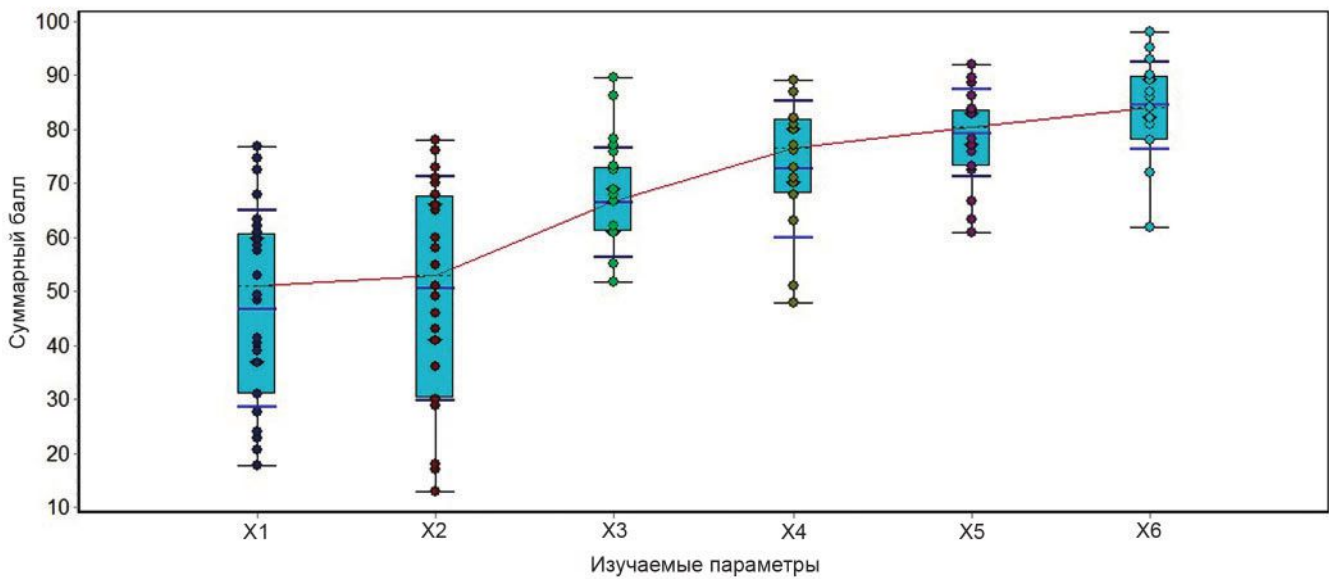


Рис. 8. Динамика изменений по шкалам IKDC и Lisholm.

X1 — IKDC до операции; X2 — Lisholm до операции; X3 — IKDC через 6 мес после операции; X4 — Lisholm через 6 мес; X5 — IKDC через 12 мес после операции; X6 — Lisholm через 12 мес.

Fig. 8. Lisholm and IKDC dynamic after PCL and ACL plasty.

X1 — IKDC before plasty; X2 — Lisholm before plasty; X3 — IKDC 6 month after; X4 — Lisholm 6 month after; X5 — IKDC 1 year after; X6 — Lisholm 1 year after.

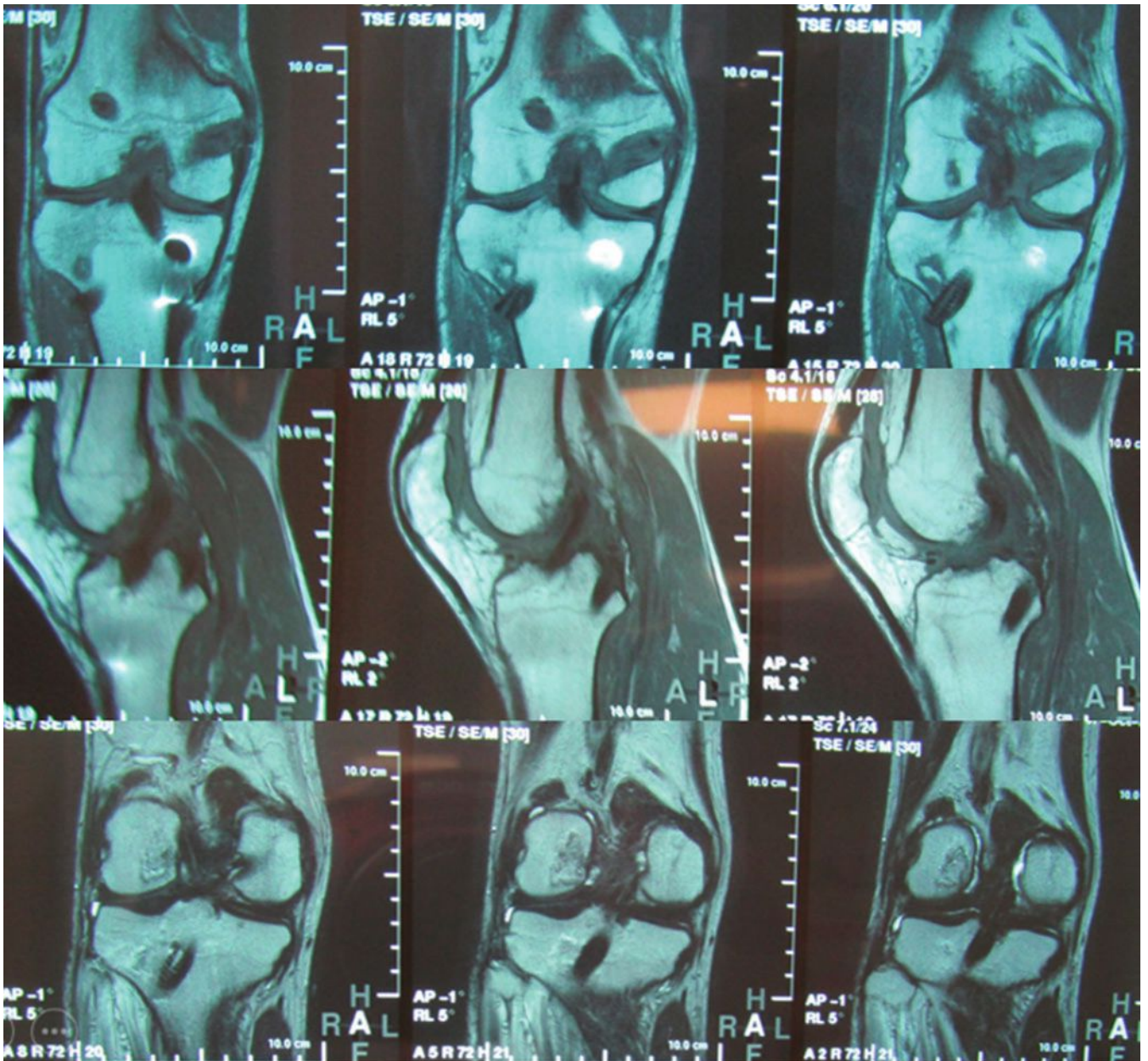


Рис. 9. МРТ-картина через 12 мес после одномоментной пластики ПКС и ЗКС.

Fig. 9. MRI 12 month after PCL and ACL plasty.

При объективной оценке состояния пациентов (согласно протоколу IKDC 2000) наблюдалось следующее распределение пациентов:

- группа А (хороший результат) — 11 (55,0%) пациентов;
- группа В (близкий к хорошему результат) — 6 (30,0%) пациентов;
- группа С (удовлетворительный результат) — 2 (10,0%) пациента;
- группа D (неудовлетворительный результат) — 1 (5,0%) пациент.

Описание методики оперативного лечения и результаты исследований были включены в диссертационную работу 2017 г., посвященную методике лечения пациентов с повреждением ЗКС.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Значительное улучшение состояния пациентов, увеличение возможностей физической нагрузки и улучшение биомеханических показателей коленного сустава, отражающиеся в динамике изменений показателей по шкалам IKDC и Lisholm, позволяют оценить использованный метод оперативного лечения как высокоэффективный и оптимальный для пациентов с повреждением крестообразных связок коленного сустава. Полученные результаты соответствуют данным зарубежных и отечественных авторов [16–19], описавших выполнение одномоментного восстановления ПКС и ЗКС. Так, M. Denti и соавт. [16] в своем исследовании за 2015 г. получили практически аналогичное распределение по шкале IKDC после одно-



моментной пластики крестообразных связок: группа А — у 6 (60%) пациентов, группа В — у 3 (30%), группа С — у 1 (10%). По данным E. Hohmann и соавт. [17], после оперативного лечения мультилигаментарных повреждений оценка по шкале Lisholm-Gillquist показала 31% отличных и 58% хороших результатов.

Клинический опыт применения предложенного нами способа формирования костных тоннелей подтверждает несомненные его преимущества [15]:

- оптимальное направление тиббиального костного тоннеля и угол сгибания коленного сустава, выявленные в ходе топографо-анатомического эксперимента, таковы, что вероятность пересечения проводимой спицы-направителя с ходом подколенной артерии крайне низка;

- предлагаемое направление формирования тиббиального костного тоннеля и обязательное формирование дополнительного заднелатерального порта для пластики ЗКС позволяет избежать многих осложнений;

- невозможность смещения сверла в зону ПА достигается за счет использования ограничителей, уменьшающих рабочую часть сверла до длины формирующегося тоннеля;

- мышечный массив в области начала канала (латеральнее бугристости большеберцовой кости) достаточно выражен, что при ушивании раны создает предпосылки к лучшему заживлению. Это позволяет говорить о меньшем риске гнойно-воспалительных осложнений в зоне крепления трансплантата ЗКС;

- направление канала кнутри улучшает визуализацию концевой части спицы-направителя в области *area intercondylaris posterior*, что является одной из наиболее сложных задач в ходе операции.

Внесение предложенных изменений в технику оперативного артроскопического восстановления крестообразных связок не противоречит философии анатомического расположения трансплантата, однако при этом позволяет сделать манипуляции в заднем отделе коленного сустава более безопасными, а значит, технически более совершенными. Ранее было отмечено [15], что при проведении артроскопических операций по пластике ЗКС с использованием предложенной методики значительно сократилась длительность оперативного вмешательства. Такие результаты свидетельствуют о том, что использование предложенных хирургических приемов позволяет хирургу работать в заднем отделе сустава более уверенно и уделять меньше внимания дополнительному визуальному и механическому контролю за инструментарием при формировании костных тоннелей и проведении трансплантата ЗКС.

*Ограничения в исследовании и его дальнейшие перспективы:*

Одномоментное повреждение обеих крестообразных связок является достаточно редкой травматической патологией коленного сустава. В связи с этим основной проблемой в создании и изучении результатов применения методик оперативного лечения пациентов с подобными травмами является набор группы больных, достаточной для статистически достовер-

ной обработки данных. Практически все современные публикации, посвященные этой патологии, отличает общая особенность — малая выборка пациентов. Поэтому, несмотря на пристальный интерес к лечению мультилигаментарных повреждений коленного сустава, ни один из современных методов нельзя считать с точки зрения достоверности статистических показателей наиболее эффективным и единственно правильным. Такая ситуация побуждает продолжать исследование этой темы с увеличением групп пациентов и дальнейшей оценкой ближайших и отдаленных результатов оперативного лечения. Кроме того, планируется добавить в исследование группу пациентов с выполненной одномоментной пластикой ПКС, ЗКС и заднелатерального угла коленного сустава. Ожидается, что оперативное вмешательство, выполненное пациенту в таком объеме, позволит достигнуть лучших показателей стабильности и функциональных результатов.

**Заключение.** Наличие у пациента хронической многоплоскостной нестабильности является показанием к артроскопическому восстановлению связочного аппарата коленного сустава. При этом оптимально одномоментное восстановление обеих крестообразных связок с использованием аллогенных сухожильных трансплантатов.

Направление формирования костного тоннеля в большеберцовой кости — наиболее технически сложный и опасный этап операции. Тиббиальный костный тоннель для пластики ЗКС целесообразнее всего формировать через латеральный мышелок большеберцовой кости под углом 55° в положении сгибания до 90° в коленном суставе. Направление формируемого таким образом тоннеля максимально удалено от зоны расположения структур подколенного сосудисто-нервного пучка. Представленная оригинальная методика оперативного лечения, основанная на проведенном прецизионном топографо-анатомическом исследовании, показала свою безопасность и эффективность как на анатомических моделях, так и на практике.

Строгое соблюдение принципов и этапов предложенного метода оперативного лечения позволяет получить хорошие функциональные результаты лечения пациентов с повреждением обеих крестообразных связок, одновременно снижая риск интраоперационных осложнений.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. LaPrade C.M., Civitarese D.M., Rasmussen M.T., LaPrade R.F. Emerging Updates on the Posterior Cruciate Ligament: A Review of the Current Literature. *Am J Sports Med.* 2015;43(12):3077-92.
2. Hopper G.P., Heusdens C.H.W., Dossche L., Mackay G.M. Posterior Cruciate Ligament Repair with Suture Tape Augmentation. *Arthrosc Tech.* 2018;8(1):e7-e10.
3. Clancy W.G. Jr, Sutherland T.B. Combined posterior cruciate ligament injuries. *Clin Sports Med.* 1994;13(3):629-47.
4. Parolie J.M., Bergfeld J.A. Long term results of nonoperative treatment of isolated posterior cruciate ligament injuries in the athlete. *Am J Sports Med.* 1986;14:35-8.
5. Sanders T.L., Johnson N.R., Levy N.M. et al. Effect of Vascular Injury on Functional Outcome in Knees with Multi-Ligament

- Injury: A Matched-Cohort Analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(18):1565-71.
6. *Owesen C., Rotterud J.H., Engebretsen L., Årøen A.* Effect of Activity at Time of Injury and Concomitant Ligament Injuries on Patient-Reported Outcome After Posterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(12):2325967118817297. doi: 10.1177/2325967118817297.
  7. *Yoon K.H., Kim E.J., Kwon Y.B., Kim S.G.* Minimum 10-Year Results of Single-Versus Double-Bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: Clinical, Radiologic, and Survivorship Outcomes. *Am J Sports Med.* 2019;47(4):822-7.
  8. *MacGillivray J.D., Stein B.E., Park M. et al.* Comparison of tibial inlay versus transtibial techniques for isolated posterior cruciate ligament reconstruction: minimum 2-year follow-up. *Arthroscopy.* 2006;22:320-8.
  9. *Kang S.H., Sohn K.M., Lee D.K. et al.* Arthroscopic Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Achilles Tendon Allograft versus the Quadriceps Tendon Allograft. *J Knee Surg.* 2019. doi: 10.1055/s-0039-1681029.
  10. *Xu M., Zhang Q., Dai S. et al.* Double Bundle versus Single Bundle Reconstruction in the Treatment of Posterior Cruciate Ligament Injury: A Prospective Comparative Study. *Indian J Orthop.* 2019;53(2):297-303.
  11. *Makino A., Costa-Paz M., Aponte-Tinao L. et al.* Popliteal artery laceration during arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21(11):1396.
  12. *Kieser C.* A review of the complications of arthroscopic knee surgery. *Arthroscopy.* 1992;8:79-83.
  13. *Nemani V.M., Frank R.M., Reinhardt K.R. et al.* Popliteal venotomy during posterior cruciate ligament reconstruction in the setting of a popliteal artery bypass graft. *Arthroscopy.* 2012; 28(2):294-9.
  14. *Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А.* Топографо-анатомические подходы к разработке системы защиты подколенной артерии при проведении артроскопической пластики задней крестообразной связки. *Травматология и ортопедия России.* 2012;4 (66):26-32. [*Kuznetsov I.A., Fomin N.F., Shulepov D.A.* Topographic and anatomical approaches to the development of the protection system of the popliteal artery during arthroscopic posterior cruciate ligament plasty. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2012;4(66):26-32. (In Russ.)].
  15. *Шулепов Д.А., Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Злобин О.В.* Выбор оптимального сухожильного аллотрансплантата для артроскопической пластики задней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* 2018;1(65):34-9. [*Shulepov D.A., Salihov M.R., Kuznetsov I.A., Zlobin O.V.* The choice of the optimal tendon allotransplant for arthroscopic plasty of the posterior cruciate ligament of the knee joint. *Vestnik volgogradskogo medicinskogo universiteta.* 2018;1(65):34-9. (In Russ.)].
  16. *Denti M., Tornese D., Melegati G. et al.* Combined chronic anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament reconstruction: functional and clinical results. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2015;23(10):2853-8.
  17. *Hohmann E., Glatt V., Tetsworth K.* Early or delayed reconstruction in multi-ligament knee injuries: A systematic review and meta-analysis. *Knee.* 2017;24(5):909-16.
  18. *Lind M., Nielsen TG., Behrndtz K.* Both isolated and multi-ligament posterior cruciate ligament reconstruction results in improved subjective outcome: results from the Danish Knee Ligament Reconstruction Registry. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(4):1190-6.
  19. *Миронов С.П., Орлецкий А.К., Авдеев А.Е.* Одномоментное восстановление передней и задней крестообразных связок коленного сустава при их травматическом повреждении. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2004;2:37-40. [*Mironov S.P., Orletskiy A.K., Avdeev A.E.* Single-Step Reconstruction of Anterior and Posterior Crucial Ligaments after Their Traumatic Injury. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2004;2:37-40. (In Russ.)].

**Сведения об авторах:** *Шулепов Д.А.* — к.м.н., младший научный сотрудник отделения лечения травм и их последствий Российского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-6297-0710>; *Салихов М.Р.* — к.м.н., младший научный сотрудник того же отделения, Санкт-Петербург, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5706-481X>; *Злобин О.В.* — зав. травматолого-ортопедическим отделением №15 Российского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия

**Для контактов:** Шулепов Д.А. — e-mail: [dr.shulepov@gmail.com](mailto:dr.shulepov@gmail.com)

**Information about the authors:** *Shulepov D.A.* — MD, Junior researcher of the Department of treatment of injuries and their consequences. Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics after RR Vreden, Saint-Petersburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6297-0710>, e-mail: [dr.shulepov@gmail.com](mailto:dr.shulepov@gmail.com); *Salikhov M.R.* — MD, Junior researcher of the Department of treatment of injuries and their consequences. Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics after RR Vreden, Saint-Petersburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5706-481X>; *Zlobin O.V.* — Head of the traumatology and orthopedic department № 15 Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics after RR Vreden, Saint-Petersburg, Russia

**Contact:** Shulepov D.A. — e-mail: [dr.shulepov@gmail.com](mailto:dr.shulepov@gmail.com)