

АНАТОМИЧЕСКАЯ АНТЕГРАДНАЯ ПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА С ЛАТЕРАЛЬНЫМ ЭКСТРААРТИКУЛЯРНЫМ ТЕНОДЕЗОМ ТРАНСПЛАНТАТОМ ИЗ СУХОЖИЛИЯ ПОЛУСУХОЖИЛЬНОЙ МЫШЦЫ

В.В. Заяц^{1*}, Н.В. Загородний², А.К. Дулаев¹, А.В. Дыдыкин¹

¹ФГБОУ «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; ²ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Цель исследования: формулировка научно обоснованных рекомендаций по клиническому применению латерального экстраартикулярного тенодеза (ЛЭАТ) трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы (СПСМ) как дополнительного элемента стабильности коленного сустава при анатомической антеградной пластике передней крестообразной связки (ПКС).

Пациенты и методы. Изучены результаты лечения 162 пациентов (средний возраст $27,2 \pm 2,8$ года) с выраженной ротационной нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+) после артроскопической реконструкции ПКС. В 44 (27,2%) наблюдениях пластика ПКС была дополнена ЛЭАТ из СПСМ (1-я группа), в 118 (72,8%) случаях проведена изолированная анатомическая антеградная пластика ПКС (2-я группа). Для оценки использовали шкалы Lysholm Knee Scoring Scale, KOOS, 2000 IKDC.

Результаты. Длительность наблюдения составила не менее 2 лет. Статистически значимые различия между группами были зарегистрированы по прошествии 21 мес и более после операции. У 43 (97,7%) пациентов 1-й группы и 111 (94,1%) — 2-й группы получены отличные и хорошие результаты (А и В по 2000 IKDC), у 1 (2,3%) и 7 (5,9%) соответственно — удовлетворительные (С по 2000 IKDC). Статистически значимых различий между группами по распределению результатов в соответствии со шкалой 2000 IKDC, как и по Lysholm Knee Scoring Scale, не выявлено ($p > 0,05$). Средние балльные оценки по шкале KOOS, свидетельствующие о наличии патологических симптомов повреждения коленного сустава, а также характеризующие спортивную активность, оказались статистически значимо ($p < 0,05$) выше у пациентов 1-й группы.

Заключение. ЛЭАТ из СПСМ является клинически эффективным дополнением анатомической антеградной реконструкции ПКС у пациентов с выраженной ротационной нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+), позволяющим не только повысить общую стабильность коленного сустава, но и снизить частоту неблагоприятных симптомов при сроках наблюдения более 21 мес с момента операции.

Ключевые слова: передняя крестообразная связка, латеральный экстраартикулярный тенодез, ротационная нестабильность коленного сустава, сухожилие полусухожильной мышцы

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Заяц В.В., Загородний Н.В., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. Анатомическая антеградная пластика передней крестообразной связки коленного сустава с латеральным экстраартикулярным тенодезом трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:12-18. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04112>

ANATOMICAL ANTEROGRADE PLASTY OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT WITH LATERAL EXTRAARTICULAR TENODESIS FROM SEMITENDINOSUS TENDON

V.V. Zayats^{1*}, N.V. Zagorodniy², A.K. Dulaev¹, A.V. Dydykin¹

¹Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, L'va Tolstogo str., 6–8, Saint Petersburg, 197022, Russia;

²RUDN University, Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198, Russia

Purpose of the study: to provide a scientific basis for the recommendations on clinical use of lateral extraarticular tenodesis (LEAT) from semitendinosus tendon (ST) graft as an additional element for knee stability in anterior cruciate ligament (ACL) anatomical anterograde reconstruction.

Patients and methods. Treatment results were evaluated for 162 patients (mean age 27.2 ± 2.8) with marked rotational joint instability (Pivot shift test 3+) after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction (ACL-R). In 44 (27.2%) observations ACL-R was supplemented by LEAT from ST (group 1), in 118 (72.8%) the isolated anatomical anterograde plasty of ACL was performed (group 2). Lysholm Knee Scoring Scale, KOOS and 2000 IKDC were used for the assessment of the results.

Results. Follow up period made up at least 2 years. Statistically significant differences between the groups were recorded in 21 months after intervention and later. In 43 (97.7%) patients from the 1st group and 111 (94.1%) patients from the 2nd group excellent and good results (A and B by 2000 IKDC) were achieved. In 1 (2.3%) and 7 (5.9%) patients the results were assessed as satisfactory (C by 2000 IKDC), respectively. No statistically significant differences between the groups were recorded by Lysholm Knee Scoring Scale and 2000 IKDC ($p > 0.05$). The average scores by KOOS that indicated the presence of pathological processes in the knee joint and characterized patient's sport activity were statistically ($p < 0.05$) better in patients from the 1st group.

Conclusion. LEAT from ST is a clinically effective supplement to the anatomical anterograde ACL-R in patients with marked rotational joint instability (Pivot shift test 3+) that enables not only to improve the overall knee stability but also to reduce the rate of unfavorable symptoms at follow up terms over 21 months after operation.

Key words: anterior cruciate ligament (ACL), lateral extraarticular tenodesis (LEAT), rotational instability of the knee joint, semitendinosus tendon (ST)

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Zayats VV, Zagorodniy NV, Dulaev AK, Dydykin AV. Anatomical anterograde plasty of the anterior cruciate ligament with lateral extraarticular tenodesis from semitendinosus tendon. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:12-18. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04112>

Во всем мире растет число людей, которые ведут активный образ жизни, занимаясь спортом и физкультурой. Негативной стороной этого является увеличение распространенности спортивных травм, в том числе повреждений передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава. Частота разрывов ПКС в 2016 г. достигла 68,6 случая на 100 тыс. населения [1]. При таких повреждениях возникают патологические переднезадние и переднезадние ротационные смещения голени, особенно в момент ускоряющих, скручивающих или вальгусных нагрузок на коленный сустав [2]. Эти смещения приводят к вторичному разрушению внутрисуставных структур, являясь причиной развития артроза [3, 4]. Реконструкция ПКС стала повседневной процедурой при лечении передней нестабильности коленного сустава [5].

Однако даже корректно выполненная пластика ПКС не всегда обеспечивает должное восстановление внутренней ротационной стабильности коленного сустава [6–8]. В некоторых случаях это связано с тем, что разрывы ПКС часто сопровождаются дополнительными повреждениями латеральных внесуставных капсульно-связочных структур коленного сустава [9, 10]. Эти структуры обеспечивают внутреннюю ротационную стабильность большеберцовой кости, а вместе с ПКС предотвращают и переднезаднее смещение коленного сустава [11–13]. Изучение роли латеральных капсульно-связочных структур, а также возможностей их хирургического восстановления становится актуальным направлением современной спортивной хирургии коленного сустава [14–16].

Цель исследования: формулировка научно-обоснованных рекомендаций по клиническому применению латерального экстраартикулярного тенodesа (ЛЭАТ) трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы (СПСМ) как дополнительного элемента восстановления стабильности коленного сустава при анатомической антеградной пластике ПКС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты хирургического лечения 162 пациентов, которым в период с 2012 по 2017 г. была выполнена артроскопическая реконструкция ПКС. Возраст прооперированных варьировал от 18 до 40 лет, составив в среднем $27,2 \pm 2,8$ года. Во всех наблюдениях имел место полный разрыв ПКС с явлениями выраженной внутренней ротационной нестабильности коленного сустава, которая при оценке с помощью теста pivot-shift состав-

ляла 3+ условных балла, при этом у данных пациентов не было повреждений задней крестообразной или коллатеральных связок коленного сустава, сухожилия подколенной мышцы, клинически значимых разрывов менисков или дефектов внутрисуставного хряща.

Жалобы пациентов, функцию коленного сустава оценивали по шкалам Lysholm Knee Scoring Scale, KOOS, 2000 IKDS, проводили стандартное клиническое обследование и лучевую диагностику (рентгенографию коленного сустава в стандартных переднезадней, боковой и аксиальной проекциях, компьютерную томографию — КТ и магнитно-резонансную томографию — МРТ).

Все пациенты были прооперированы в сроки от 1 до 12 мес после травмы.

В 44 (27,2%) наблюдениях реконструкцию ПКС дополняли ЛЭАТ трансплантатом из СПСМ (1-я группа). У 118 (72,8%) человек проводили изолированную анатомическую антеградную пластику ПКС (2-я группа).

По возрасту и полу пациентов, срокам с момента травмы и ее механизмам группы были сопоставимы (табл. 1).

Реконструкцию ПКС выполняли костно-сухожильно-костным аутооттрансплантатом из связки надколенника (ВТВ), который проводили антеградно с учетом анатомического позиционирования костных каналов.

ВТВ-трансплантат готовили по стандартной методике из средней порции связки надколенника, выпиливая прямоугольные блоки, причем одному из них придавали форму трапеции для заклинивания в бедренном костном канале.

Бедренный костный канал формировали в проекции наружного мыщелка бедренной кости через отдельный разрез мягких тканей, проксимальнее наружной боковой связки, длиной 4,5—6 и 1—1,5 см

Табл. 1. Сравнительная характеристика групп исследования
Table 1. Comparative characteristics of the study groups

Характеристика	1-я группа	2-я группа	p
Возраст, годы	26,4±2,7	25,4±4,9	0,763
Мужчины	28	77	0,522
Женщины	16	41	0,511
Индекс массы тела, кг/м ²	22,9±3,6	23,2±2,9	0,840
Срок с момента травмы, мес	14,4±2,1	12,3±4,1	0,697
Спортивная травма	26	83	0,321
Другая травма	18	35	0,218

для пациентов 1-й группы и длиной 1–1,5 см для пациентов 2-й группы. При этом выходное отверстие канала на внутренней поверхности наружного мыщелка бедренной кости размещали в центре прикрепления нативной ПКС — у латерального бифуркационного гребня, ниже латерального межмышцелкового гребня.

Внутрисуставное отверстие большеберцового канала с учетом анатомического прикрепления ПКС формировали напротив задней крестообразной связки и латеральнее основания медиального возвышения большеберцовой кости.

ВТВ-трансплантат проводили антеградно через бедренный канал с импакцией в нем проксимального костного блока. После проведения дистального костного блока в большеберцовый канал натянутый трансплантат фиксировали в нем одним интерферентным винтом.

У пациентов 1-й группы ВТВ-трансплантат дополняли свободным аутооттрансплантатом из СПСМ, протянутым через специально сформированное отверстие в трапециевидном костном блоке и предназначенным для ЛЭАТ (рис. 1). У них же в наружном мыщелке большеберцовой кости в области бугорка Gerdy формировали дополнительный костный канал диаметром 4 мм, располагая его входное и выходное отверстия на расстоянии не менее 1 см друг от друга.

Первым устанавливали и фиксировали ВТВ-трансплантат. После заклинивания трапециевидного костного блока ВТВ-трансплантата в бедренном канале одновременно фиксировали и трансплантат из СПСМ, свободные концы которого проводили под наружной боковой связкой, а затем через отверстия костного канала наружного мыщелка большеберцовой кости навстречу друг другу. Концы трансплантата натягивали при нейтральной ротации голени и сгибании в коленном суставе около 30° и в этом положении подшивали каждый к противоположной порции в виде дубликатуры так, чтобы получалась замкнутая петля (рис. 2).

Послеоперационный период, реабилитационные мероприятия в обеих группах пациентов проводили по одинаковой методике, используемой после операций на ПКС.

Оценку результатов проводили в течение не менее 2 лет после хирургического вмешательства через каждые 2,5–3,5 мес.

Кроме анализа состояния коленного сустава, изучали продолжительность операции, длительность стационарного лечения, нетрудоспособности, режима возвращения к спортивной активности.

Статистическая обработка полученных данных выполнена в программе Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), версия 22 (SPSS Inc., США). Для общей характеристики исследуемых параметров использован метод описательной статистики. Проверку параметров в каждой выборке на нормальность распределения осуществляли по критерию Колмогорова–Смирнова. Для оценки статистической значимости различий средних значений ана-

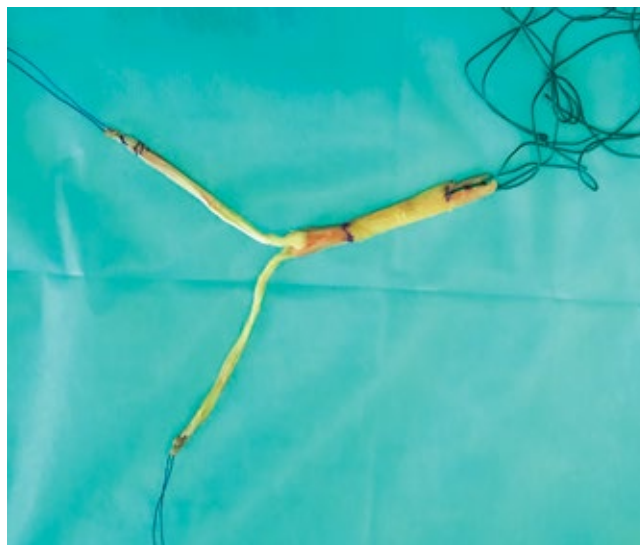


Рис. 1. Внешний вид трансплантата для пластики ПКС и ЛЭАТ у пациентов 1-й группы.

Fig. 1. View of the graft for ACL reconstruction and LEAT in patients from the 1st group.

лизируемых параметров у пациентов исследуемых групп использован *t*-критерий для независимых выборок (в связи с нормальным распределением исследуемых параметров). Различия признавали статистически значимыми при двустороннем $p < 0,05$. Результаты представлены в виде $M \pm m$, где M — среднее значение, m — стандартное отклонение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Инфекционных осложнений в группах не наблюдали, а по данным лучевых методов исследования констатировали стандартные рентгенологические изменения, которые соответствовали клинической картине.

Статистически значимые различия между группами были зарегистрированы по прошествии 21 мес и более после операции. Оценка итоговых результатов хирургического лечения показала, что у 43 (97,7%) пациентов 1-й группы и 111 (94,1%) — 2-й группы функция коленного сустава практически соответствовала нормальной: А (нормальная) и В (почти нормальная) по шкале 2000 IKDC. В остальных случаях были выявлены некоторые патологические изменения: С (функция нарушена) по шкале 2000 IKDC. Грубых нарушений функции коленного сустава (D по шкале 2000 IKDC) ни в одном случае не отмечено. Статистически значимых различий между группами по распределению результатов в соответствии со шкалой 2000 IKDC, как и по оценке Lysholm Knee Scoring Scale, не выявлено (табл. 2).

Изучение функционального состояния коленного сустава по интегральной шкале KOSS показало, что средняя балльная оценка, свидетельствующая о наличии патологических симптомов повреждения коленного сустава, а также средняя балльная оценка, характеризующая спортивную активность, оказались выше у пациентов 1-й группы (см. табл. 2).

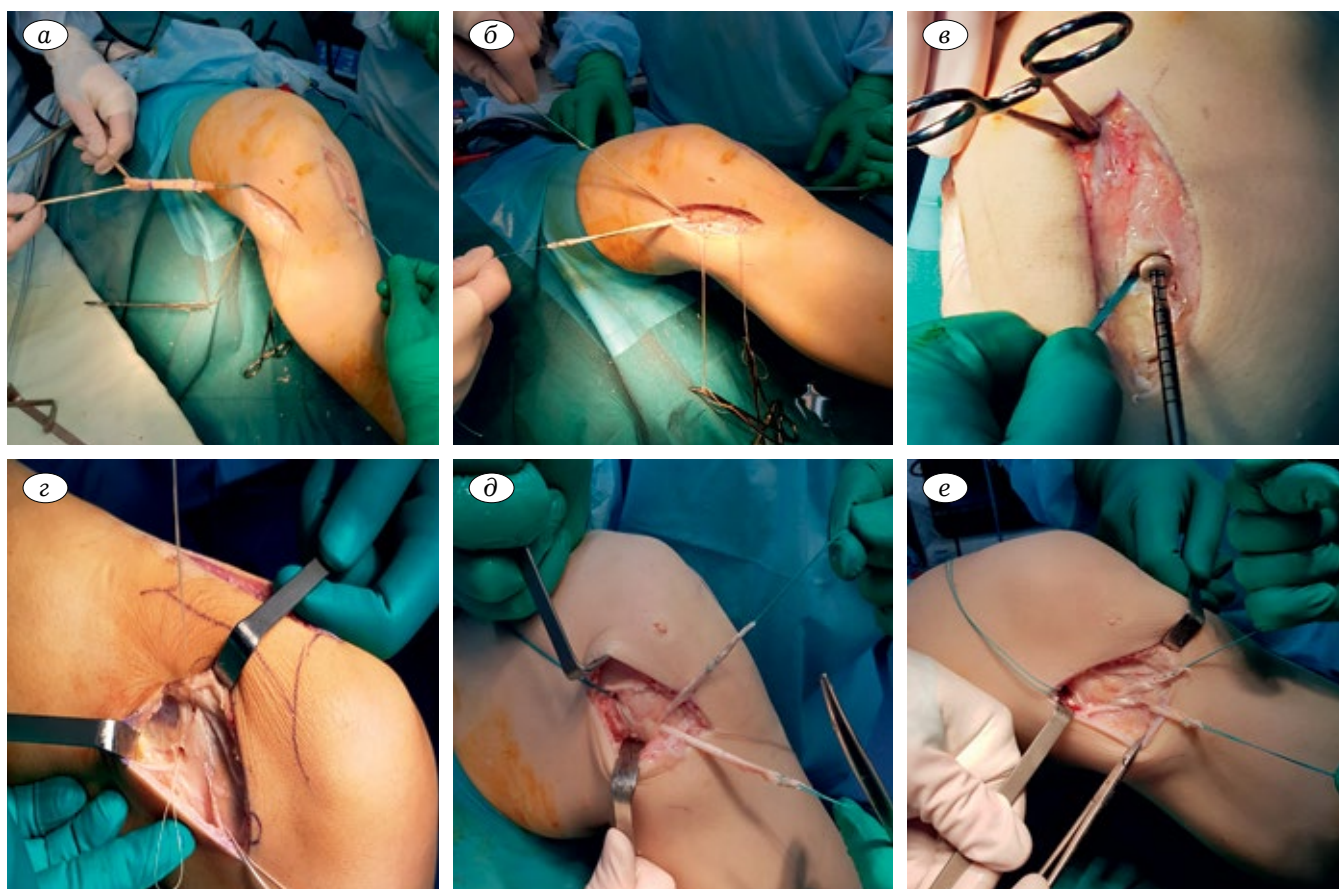


Рис. 2. Этапы операции у пациентов 1-й группы.

a — антеградное проведение комбинированного трансплантата; *б* — заклинивание проксимального костного блока с СПСМ в бедренном канале; *в* — фиксация ВТВ-трансплантата в большеберцовом канале; *г* — формирование костного канала в наружном мыщелке большеберцовой кости; *д* — проведение свободных концов трансплантата СПСМ под наружной боковой связкой; *е* — проведение свободных концов трансплантата СПСМ в костном канале наружного мыщелка большеберцовой кости и их натягивание.

Fig. 2. Steps of surgical intervention in group 1 patients.

a — anterograde insertion of the combined graft; *б* — wedging of the proximal bone block with ST in the femoral canal; *в* — fixation of BTB graft in the tibial canal; *г* — formation of the bone canal in the lateral tibial condyle; *д* — insertion of the ST graft free ends under the lateral collateral ligament; *е* — insertion of the ST graft free ends in the bone canal of the lateral tibial condyle and their stretching.

При оценке клинических результатов положительный тест Лахмана, соответствующий условному баллу 1+, в 1-й группе наблюдали только

у 3 (6,8%) пациентов против 24 (20,3%) пациентов — во 2-й ($p < 0,05$), а оценка теста pivot-shift соответствовала условному баллу 1+ у 2 (4,5%) и 24 (20,3%;

Табл. 2. Результаты оценки функционального состояния коленного сустава в отдаленном послеоперационном периоде (от 21 мес)

Table 2. Evaluation results for the knee joint functional condition in the late postoperative period (over 21 months)

Шкала	1-я группа	2-я группа	<i>p</i>
2000 IKDC			
A	31 (70,5%)	76 (64,4%)	0,424
B	12 (27,3%)	35 (29,7%)	0,492
C	1 (2,3%)	7 (5,9%)	0,325
KOSS, баллы			
Боль	78,2±2,4	81,7±1,1	0,108
Симптомы	85,6±1,1	79,3±1,3	<0,05
Ежедневная активность	89,3±1,3	87,9±0,5	0,128
Спортивная активность	67,2±1,1	60,7±1,4	<0,05
Качество жизни	71,1±1,4	66,3±0,5	0,381
Lysholm Knee Scoring Scale, баллы	95,1±1,8	91,4±2,1	0,248

Табл. 3. Результаты оценки клинической стабильности коленного сустава в группах в послеоперационном периоде (от 21 мес)

Table 3. Evaluation results for the knee joint clinical stability by groups in the postoperative period (over 21 months)

Тест	1-я группа	2-я группа	p
Передний выдвижной ящик			
–	40 (90,9%)	101 (85,6%)	0,457
1+	3 (6,8%)	11 (9,3%)	0,457
2+	1 (2,3%)	6 (5,1%)	0,401
Тест Лахмана			
–	41 (93,2%)	90 (76,3%)	0,257
1+	3 (6,8%)	24 (20,3%)	<0,05
2+	0	4 (3,4%)	0,287
Pivot-shift			
–	42 (95,5%)	85 (72,0%)	0,168
1+	2 (4,5%)	24 (20,3%)	<0,05
2+	0	9 (7,6%)	<0,05

$p < 0,05$), 2+ — у 0 и 9 (7,6%; $p < 0,05$) соответственно (табл. 3).

Продолжительность хирургического вмешательства у пациентов 1-й группы оказалась на $26,1 \pm 4$ мин больше, чем у пациентов 2-й группы.

Длительность пребывания в стационаре, реабилитации, сроки нетрудоспособности и возвращения к спорту в группах не различались.

ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из основных причин неудовлетворенности пациентов результатами реконструкции ПКС является сохраняющаяся ротационная нестабильность коленного сустава [17]. Эта проблема может быть связана как с вертикальным положением трансплантата, так и с сохраняющейся посттравматической недостаточностью [18–20].

Иногда повреждения переднелатеральных структур коленного сустава сопровождаются отрывным переломом кортикальной пластинки от переднелатеральной поверхности проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, который впервые был описан P. Segond в 1879 г. и, таким образом, визуализируется на рентгенограммах [12].

ЛЭАТ активно использовали в 70–80-х годах XX века для хирургического лечения передней нестабильности коленного сустава, однако высокая частота неудовлетворительных результатов (49–58%) заставила специалистов искать новые пути решения этой проблемы [21, 22]. Вскоре появились технологии внутрисуставной реконструкции ПКС, которые позволили в значительной степени увеличить переднюю стабильность и снизить частоту развития остеоартроза наружного отдела коленного сустава [23, 24]. Вместе с тем ни транстибиальная пластика ПКС, которая активно применялась хирургами до 2000-х годов, ни предложенные позднее технологии «анатомического» позиционирования трансплантата (в том числе двухпучковая реконструкция ПКС) не позволяют у отдельных пациентов достиг-

нуть достаточной передне-внутренней ротационной стабильности коленного сустава [19, 25, 26]. ЛЭАТ стали применять вновь уже как дополнительный способ повышения эффективности внутрисуставной пластики ПКС [16, 22, 27].

В настоящем исследовании изучали пациентов с такими разрывами ПКС, которые сопровождались значительной, беспокоящей их внутренней ротационной нестабильностью коленного сустава, соответствующей условным 3+ баллам теста pivot-shift. Проведенный анализ показал в целом высокий клинический и функциональный результат в обеих группах, однако в отдаленном периоде, через 21 мес после операции, во 2-й группе статистически значимо ($p < 0,05$) чаще выявляли слабopоложительную гипермобильность коленного сустава по тесту Лахмана, а также внутреннюю ротационную нестабильность в пределах от 1+ до 2+ условных баллов теста pivot-shift. Сходные результаты были получены и в других исследованиях. Авторы также констатировали статистически значимые различия по результатам лечения пациентов с выполнением и без выполнения ЛЭАТ при анатомических реконструкциях ПКС, но в сроки от 12 или 15 мес после операции [16].

Снижение ротационной стабильности у пациентов 2-й группы, вероятно, возникавшее на фоне возвращения к обычным нагрузкам при полной амплитуде движений в коленном суставе, было связано с недостаточностью трансплантата ПКС для противодействия скручиванию, даже несмотря на его анатомическое, по мнению большинства авторов, более устойчивое к ротации, расположение. Установленный в центре сустава короткий трансплантат при несостоятельности переднелатерального капсульно-связочного комплекса не может препятствовать избыточному внутреннему вращению наружного мыщелка большеберцовой кости. Более эффективным в этом плане будет дополнительный трансплантат, расположенный вне сустава, непосредственно на наружных мыщелках бедренной и большеберцовой костей. Удерживая таким образом большеберцовую кость, препятствуя ее внутреннему вращению, ЛЭАТ выполняет вспомогательную протективную функцию по отношению к ВТВ-трансплантату, что предотвращает его повреждение при повторных травмах и избыточных нагрузках на коленный сустав [14, 16, 28]. L. Engebretsen и соавт. [29] установили, что ЛЭАТ значительно (до 43%) уменьшает ротационную нагрузку на трансплантат ПКС.

Таким образом, снижение частоты и выраженности патологических симптомов в коленном суставе, дискомфорта, синовита, утомляемости конечности, боли в коленном суставе и др. по шкале KOOS у пациентов 1-й группы могли быть обусловлены достигнутой в результате выполнения ЛЭАТ более выраженной ротационной стабильностью. Кроме того, пациенты 1-й группы чаще и более эффективно возвращались к занятиям футболом, баскетболом, волейболом, дзю-до, самбо и другими вида-

ми спорта, ассоциированными с высокоэнергетическими нагрузками на коленный сустав ($p < 0,05$).

Увеличение длительности хирургического вмешательства у пациентов 1-й группы было связано с дополнительными этапами по подготовке и установке трансплантата для ЛЭАТ (выделение и обшивание концов СПСМ, проведение его через костный блок ВТВ-трансплантата, проведение трансплантата для ЛЭАТ под наружной боковой связкой, затем в костный канал наружного мыщелка большеберцовой кости, его натяжение и фиксация).

Вместе с тем использованная у пациентов 1-й группы технология ЛЭАТ не увеличивает затрат на имплантаты и имеет перспективы по сокращению общего времени операции за счет оптимизации рабочих процессов, например если подготовку трансплантатов ассистентом проводить одновременно с артроскопической обработкой коленного сустава и формированием костных каналов для ЛЭАТ и установки ВТВ-трансплантата.

Исходя из результатов нашего исследования, можно говорить о двух основных причинах дополнять «анатомическую» пластику ПКС ЛЭАТ: наличие выраженной внутренней ротационной нестабильности и необходимость «защиты» ВТВ- или ST-трансплантата от повреждений в будущем.

Таким образом, рекомендовать проведение ЛЭАТ можно пациентам:

- с выраженной ротационной нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+);
- занимающимся агрессивными видами спорта;
- моложе 20–21 года в силу вероятности значительных функциональных нагрузок в будущем;
- с разрывами ранее установленного трансплантата ПКС.

Условия успешного выполнения ЛЭАТ:

- достаточная длина трансплантата;
- состоятельность заднелатерального капсульно-связочного комплекса коленного сустава пациента;
- отсутствие признаков артроза латерального отдела коленного сустава или предрасполагающих к этому факторов (в том числе повреждение наружного мениска, «вальгусное колено» и т.д.).

Несоблюдение этих правил может стать причиной быстрого прогрессирования дегенеративных изменений в суставе, обусловить появление болевого синдрома и формирование разгибательной контрактуры коленного сустава [27].

ВЫВОДЫ

1. Латеральный экстраартикулярный тенодез трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы является эффективным дополнением анатомической антеградной реконструкции передней крестообразной связки у пациентов с нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+), позволяющим не только повысить общую стабильность коленного сустава ($p < 0,05$), но и снизить частоту неблагоприятных симптомов ($p < 0,05$) при сроках наблюдения более 21 мес с момента операции.

2. Объединение трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы и ВТВ-трансплантата позволяет использовать бедренный канал в качестве общей точки фиксации при антеградной анатомической реконструкции передней крестообразной связки, а трансоссальное проведение сухожилия полусухожильной мышцы в наружном мыщелке большеберцовой кости дает возможность эффективно выполнить латеральный экстраартикулярный тенодез без использования дополнительных имплантатов.

3. Дополнение «анатомической» пластики передней крестообразной связки латеральным экстраартикулярным тенодезом с использованием сухожилия полусухожильной мышцы целесообразно у пациентов, имеющих выраженную внутреннюю ротационную нестабильность, и/или при необходимости снизить риск повреждения установленного ВТВ-трансплантата в будущем.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Sanders T.L., Maradit Kremers H., Bryan A.J. et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1502-1507. <https://doi.org/10.1177/0363546516629944>.
2. Waite J.C., Beard D.J., Dodd C.A.F. et al. In vivo kinematics of the ACL deficient limb during running and cutting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13:377-384. <https://doi.org/10.1007/s00167-004-0569-6>.
3. Louboutin H., Debarge R., Richou J. et al. Osteoarthritis in patients with anterior cruciate ligament rupture: a review of risk factors. *Knee.* 2009;16:239-244. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.11.004>.
4. Neuman P., Englund M., Kostogiannis I. et al. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. *Am J Sports Med.* 2008;36:1717-1725. <https://doi.org/10.1177/0363546508316770>.
5. Coppens E., Gard S., Ziltener J.L. et al. Return to sport and to competition after anterior cruciate ligament reconstruction. *Rev Med Suisse.* 2018;14(613): 340-345.
6. Заяц В.В. Технологии анатомической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава: возможности и преимущества. Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова. 2018;25(1):28-34. [Zayats V.V. Technology of anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee joint: opportunities and benefits. The Scientific Notes of the I.P. Pavlov St. Petersburg State Medical University. 2018;25(1):28-34. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2018-25-1-28-34>.
7. Ristanis S., Stergiou N., Patras K. et al. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21(11):1323-1329. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.08.032>.
8. Georgoulis A.D., Ristanis S., Chouliaras V. et al. Tibial rotation is not restored after ACL reconstruction with a hamstring graft. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;454:89-94. <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e31802b4a0a>.
9. Vincent J.-P., Magnussen R.A., Gezmez F. et al. The anterolateral ligament of the human knee: an anatomic and histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:147-152. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1580-3>.
10. Kennedy M.I., Claes S., Fuso F.A. et al. The anterolateral ligament: an anatomic, radiographic, and biomechanical analysis. *Am J Sports Med.* 2015;43:1606-1615. <https://doi.org/10.1177/0363546515578253>.

11. *Caterine S., Litchfield R., Johnson M. et al.* A cadaveric study of the anterolateral ligament: re-introducing the lateral capsular ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3186–3195. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3117-z>.
12. *Ségon P.* Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. *Prog Méd.* 1879;16:295–422.
13. *Dodds A.L., Halewood C., Gupta C.M. et al.* The anterolateral ligament: anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *Bone Joint J.* 2014;96-B:325–331. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B3.33033>.
14. *Duthon V.B., Magnussen R.A., Servien E. et al.* ACL reconstruction and extra-articular tenodesis. *Clin Sports Med.* 2013;32(1):141–153. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2012.08.013>.
15. *Wascher D.C., Lording T.D., Neyret P.* Extra-articular procedures for the ACL-deficient knee: a state of the art review. *JISAKOS.* 2016; 1: 174–82.
16. *Devitt B.M., Bell S.W., Ardern C.L. et al.* The role of lateral extra-articular tenodesis in primary anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis and best-evidence synthesis webster. *Orthop J Sports Med.* 2017;5(10):2325967117731767. <https://doi.org/10.1177/2325967117731767>.
17. *Kocher M.S., Steadman J.R., Briggs K. et al.* Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg.* 2002;84(9):1560–1572.
18. *Заяц В.В., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. и др.* Анализ эффективности технологий артроскопической пластики передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2017;176(2):77–82. [Zayats V.V., Dulaev A.K., Dydykin A.V. et al. Analysis of efficacy of arthroscopic plasty technologies of anterior cruciform ligament of knee joint based on anatomical position of autograft. *Vestnik Khirurgii imeni I.I. Grekova.* 2017;176(2):77–82. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-2-77-82>.
19. *Loh J.C., Fukuda Y., Tsuda E. et al.* Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy.* 2003;19:297–204. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50084>.
20. *Claes S., Vereecke E., Maes M. et al.* Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat.* 2013;223(4):321–328. <https://doi.org/10.1111/joa.12087>.
21. *Neyret P., Palomo J.R., Donell S.T., Dejour H.* Extra-articular tenodesis for anterior cruciate ligament rupture in amateur skiers. *Br J Sports Med.* 1994;28:31–34.
22. *Dodds A.L., Gupta C.M., Neyret P. et al.* Extra-articular techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: a literature review. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(11):1440–1448. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B11.27632>.
23. *Jarvela A., Nyysönen M., Kannus P. et al.* Bone-patellar tendon-bone reconstruction of the anterior cruciate ligament. A long-term comparison of early and late repair. *Int Orthop.* 1999;23:2272–31.
24. *Lebel B., Hulet C., Galaud B. et al.* Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-patellar tendon-bone autograft: a minimum 10-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2008;36:1275–1282.
25. *Заяц В.В., Дулаев А.К., Загородний Н.В. и др.* Антеградное проведение костно-сухожильно-костного аутографта при анатомической пластике передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2017;176(6):49–54. [Zayats V.V., Dulaev A.K., Zagorodniy N.V. et al. Antegrade bone-tendon-bone autograft performance in anatomical plasty of anterior cruciate ligament of the knee joint. *Vestnik Khirurgii imeni I.I. Grekova.* 2017;176(6):49–54. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-6-49-54>.
26. *Lee M.C., Seong S.C., Lee S. et al.* Vertical femoral tunnel placement results in rotational knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2007;23:771–778. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2007.04.016>.
27. *Magnussen R.A., Jacobi M., Demey G. et al.* Lateral extra-articular augmentation of ACL reconstruction. *Tech Knee Surg.* 2011;10:224–230.
28. *Rezende F.C., de Moraes V.Y., Martimbiano A.L. et al.* Does combined intra- and extraarticular ACL reconstruction improve function and stability? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:2609–2618. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4285-y>.
29. *Engelbrechtsen L., Lew W.D., Lewis J.L., Hunter R.E.* The effect of an iliotibial tenodesis on intraarticular graft forces and knee joint motion. *Am J Sports Med.* 1990;18:169–176. <https://doi.org/10.1177/036354659001800210>.

Сведения об авторах: Заяц Виталий Викторович* — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, рук. травматолого-ортопедического отделения НИИ хирургии и неотложной медицины ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, e-mail: zaiatc.vitalii@gmail.com; Загородний Николай Васильевич — доктор мед. наук, проф., зав. кафедрой травматологии и ортопедии РУДН; Дулаев Александр Кайсинович — доктор мед. наук, проф., зав. кафедрой травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, рук. отдела травматологии и ортопедии НИИ хирургии и неотложной медицины ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, рук. городского центра неотложной хирургии позвоночника, руководитель отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института им. И.И. Джанелидзе; Дыдыкин Андрей Валерьевич — доктор мед. наук, проф. кафедры травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.

Для контактов: Загородний Н.В. — e-mail: cito@cito-priorov.ru

Information about the authors: Zayats V.V. * — Cand. Of Sci. (Med.), assistant professor, chair of traumatology and orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University; head, trauma and orthopaedic department, Research Institute for Surgery and Emergency Medicine, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, e-mail: zaiatc.vitalii@gmail.com; Zagorodniy N.V. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University; Dulaev A.K. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the chair of traumatology and orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, head of the section of traumatology and orthopaedics, Research Institute for Surgery and Emergency Medicine, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, head of the city center for emergent spine surgery, head of the department of traumatology, orthopaedics and vertebrology, Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute; Dydykin A.V. — Dr. of Sci. (Med.), professor, chair of traumatology and orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University.

Contact: Zagorodniy N.V. — e-mail: cito@cito-priorov.ru