

Клиническая эффективность анатомической пластики передней крестообразной связки колленного сустава

В.В. Заяц, А.К. Дулаев, А.В. Дыдыкин, И.Н. Ульянченко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

Clinical evaluation of anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament

V.V. Zayats, A.K. Dulaev, A.V. Dydykin, I.N. Ulyanchenko

Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

Цель. В сравнительном аспекте оценить клиническую эффективность анатомической рПКС, а также определить ее перспективы для практического здравоохранения. **Материалы и методы.** Наблюдали 706 пациентов, которым с 2010 по 2018 год выполнили артроскопическую рПКС с фиксацией трансплантатов интерферентными винтами. В 1 группу включили 396 пациентов после анатомической рПКС через ПМД, во 2 группу – 310 человек после изометрической транстибиальной рПКС. Результаты лечения оценивали клинически, рентгенологически и по шкалам 2000 IKDC (International Knee Documentation Committee), KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) и Tegner Lysholm. Клинико-экономические показатели включали продолжительность операции, периода реабилитации и нетрудоспособности, сроки восстановления спортивной активности. **Результаты.** Стабильность колленного сустава при оценке «переднего выдвигающего ящика» оказалась одинаково высокой и достоверно не различимой. Тест Лахмана и pivot shift тест были значимо выше у пациентов 1 группы ($p < 0,001$). Во 2 группе чаще наблюдали контрактуры, атрофию мышц бедра ($p < 0,05$), синовиты ($p < 0,01$), а также вертикальное положение костных каналов трансплантата, равно как и патологическое расширение костных каналов («эффект стеклоочистителя» – $p < 0,001$). По шкале 2000 IKDC восстановление нормальной функции КС произошло в 91,3 % случаев, а патологические изменения в суставе (С) и грубые нарушения функции (D) в 1 группе наблюдали в 2,5 и 5 раз реже, чем во 2 группе ($p < 0,05$). Показатели «боль» и «патологические симптомы», спортивная активность по шкале KOOS у пациентов 1 группы были значимо выше ($p < 0,05$). Вместе с тем, у пациентов 1 группы требовалось больше времени для оперативного лечения ($p < 0,05$), а общий период реабилитации оказался короче ($p < 0,05$). **Заключение.** Анатомическая рПКС, в сравнении с транстибиальной пластикой, более надежная технология при достижении комплексной стабильности колленного сустава, позволяющая чаще правильно формировать костные каналы. Это защищает трансплантат от повреждения в отдаленном периоде, снижает вероятность болевого синдрома, синовитов, контрактур, атрофии мышц, а также сокращает сроки реабилитации, общей нетрудоспособности и возвращения к спорту.

Ключевые слова: транстибиальная рПКС, анатомическая пластика ПКС, передняя нестабильность колленного сустава, спортивная активность

Purpose Evaluate clinical effectiveness of anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL) and determine the perspectives for practical health care. **Material and methods** The review included 706 patients who underwent arthroscopic reconstruction of the ACL and graft interference screw fixation between 2010 and 2018. ACL reconstruction was performed using either anteromedial portal ($n = 396$, Group I) or an isometric transtibial tunnel technique ($n = 310$, Group II). Outcomes were evaluated clinically and radiographically using the 2000 International Knee Documentation Committee (2000 IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) and the Tegner Lysholm scoring scale. Clinical and economic outcome measures included surgical time, rehabilitation and disability periods and period of recovery for sports performance. **Results** The knee anterior drawer test was equally negative and showed no significant differences in the groups. The Lachman test and the pivot shift test showed better results in Group I ($p < 0.001$). Contractures, atrophic femoral muscles ($p < 0.05$), synovitis ($p < 0.01$), vertical position of the femoral graft channels and pathologically extended bone channels with wind-wiper effect ($p < 0.001$) were more common among patients of Group II. Although knee function returned to normal, as rated with the 2000 IKDC Subjective Knee Evaluation Form, in 91.3 % of cases pathological changes in the knee (C) and severely impaired function (D) were 2.5 and 5 times less common in group I than in Group II ($p < 0.05$). Pain, symptoms and sport scores were significantly higher on the KOOS scale for Group I ($p < 0.05$). Surgical time was longer in patients of Group I ($p < 0.05$) who had shorter rehabilitation period ($p < 0.05$). **Conclusion** Anatomical reconstruction of ACL using anteromedial portal was shown to be a more reliable technique as compared to transtibial approach to ensure overall knee stability arranging adequate bone channels. The technique is capable to protect the graft from injury, reduce the likelihood of pain, synovitis, contractures, muscle atrophy, providing shorter rehabilitation, disability period and recovery for sport performance.

Keywords: anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL), transtibial portal, anterior instability of the knee joint, sport activity

ВВЕДЕНИЕ

Технологии пластики передней крестообразной связки (ПКС) поступательно развиваются на протяжении последних десятилетий, однако, начиная с 2000-х годов, они приобрели современный облик, в основе которого лежит анатомический подход.

Два базовых принципа реконструкции ПКС (рПКС): изометрический, выполняемый транстибиально через костный канал большеберцовой кости, и анатомический, направленный на повторение естественного хода волокон нативной связки, были сформулированы и выделены в отдельные позиции более 20 лет назад [1, 2]. В дальнейшем анатомический тренд определил появ-

ление техник парциальных рПКС, двухпучковых и с использованием Y-образного трансплантата [3, 4].

Причины, побуждавшие травматологов-ортопедов концентрировать свое научное внимание на данной проблеме, были связаны не только с имевшимся ростом частоты травм колленного сустава и повреждений ПКС, совершенствованием хирургического оснащения, но и с увеличением требований со стороны пациентов к полноте восстановления функций, долгосрочным прогнозам состояния колленного сустава, к возвращению прежних спортивных и иных видов активности, сохранению высокого качества жизни.

Клиническая эффективность анатомической пластики передней крестообразной связки колленного сустава / В.В. Заяц, А.К. Дулаев, А.В. Дыдыкин, И.Н. Ульянченко // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 1. С. 48-54. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-1-48-54

Zayats V.V., Dulaev A.K., Dydykin A.V., Ulyanchenko I.N. Clinical evaluation of anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Genij Ortopedii*, 2021, vol. 27, no 1, pp. 48-54. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-1-48-54

На сегодняшний день, невзирая на значительное число публикаций по данной тематике, остается актуальным системный анализ клинической эффективности анатомической рПКС на фоне имеющегося многообразия хирургических подходов и техник [5, 6]. В том числе, недостаточность сравнительных исследований, по мнению ряда авторов [6, 7], является причиной невысокого единства взглядов на

изометрические и анатомические рПКС среди травматологов-ортопедов.

Цель исследования: оценить клиническую эффективность анатомической рПКС с применением передне-медиального доступа (ПМД) в сравнении с традиционной трансстибиальной методикой восстановления передней стабильности коленного сустава, определить ее возможности и целесообразность клинического применения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все пациенты и добровольцы, участвовавшие в клиническом исследовании, дали на это письменное согласие. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). Исследование одобрено этическим комитетом.

Были выделены следующие критерии включения в исследование: пациенты в возрасте от 18 до 35 лет с тотальным разрывом ПКС, (подтвержденным при клиническом обследовании, данными МРТ и во время артроскопической визуализации коленного сустава), имеющих на момент операции полный объем движения в коленном суставе, оперированные не ранее чем через 1 мес. с момента травмы методами трансстибиальной рПКС или через ПМД, у которых в качестве пластического материала применялись аутооттрансплантаты (ВТВ, СТ, Q), а фиксация трансплантата в костных каналах была выполнена при помощи интерферентных винтов.

В исследование не вошли пациенты, у которых на фоне разрыва ПКС наблюдали повреждения задней крестообразной связки и/или коллатеральных связок и/или сухожилия подколенной мышцы, имевших на момент операции глубокие травматические дефекты хряща (до уровня субхондрального слоя) или участки хондромалиции суставных поверхностей 4 степени. Также исключались пациенты, у которых рПКС выполнялась синтетическими имплантатами или различными аллотрансплантатами, а также наблюдения, в которых трансплантат фиксировали кортикальными или трансканальными винтами.

Для исследования были отобраны 706 пациентов, которым в период с 2010 по 2018 год выполнили артроскопическую рПКС. Первую группу исследования составили 396 (56,1 %) пациентов, которым выполнили анатомическую рПКС через ПМД, 2 группу – 310 (43,9 %) человек после изометрической трансстибиальной рПКС.

Обе группы исследования были сопоставимы по полу, возрасту, механизму и срокам, прошедшим с момента травмы, по частоте применения различных видов аутооттрансплантатов (табл. 1).

Артроскопические рПКС, включая забор аутооттрансплантатов, выполняли по стандартным методикам. ПМД формировали на 1–1,5 см ниже и на 1,5–2 см кнутри от стандартного медиального артроскопического доступа, непосредственно над передним рогом внутреннего мениска, минуя внутренний мышцелок бедренной кости, контролируя расположение ПМД через передне-латеральный артроскопический доступ.

Сравнительная характеристика анатомической и изометрической техник операции приведена в таблице 2.

Результаты хирургического лечения оценивали путем стандартного клинического обследования с применением шкал 2000 IKDC (International Knee Documentation Committee), KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) и шкалы Tegner Lysholm [8, 9, 10]. Магнитно-резонансную томографию выполнили 653 пациентам (96,9 % наблюдений), компьютерную – 427 пациентам (63,4 % наблюдений). В оценку лучевых методов исследования включили морфометрию, с помощью которой измеряли положение, диаметры внутренних и наружных отверстий, длину, а также углы наклона костных каналов [11–17].

Таблица 1

Характеристика основных показателей 1 и 2 групп исследования

Характеристика	1 группа (396 наблюдений)	2 группа (310 наблюдений)	p ¹	Весь массив (706 наблюдений)
Мужчины	193 (48,7 %)	132 (42,6 %)	p = 0,3207	325 (46,0 %)
Женщины	203 (51,3 %)	178 (57,4 %)	p = 0,3742	381 (54,0 %)
Возраст (лет)	31,4 ± 2,3	32,1 ± 1,1	p = 0,428	31,9 ± 1,4
Спортивные обстоятельства повреждения	312 (78,8 %)	224 (72,3 %)	p = 0,4551	536 (75,9 %)
Другие обстоятельства повреждения	84 (21,2 %)	86 (27,7 %)	p = 0,1376	170 (24,1 %)
Травма других элементов сустава	318 (80,3 %)	257 (82,9 %)	p = 0,7781	575 (81,4 %)
Аутооттрансплантат				
- ВТВ	181 (45,7 %)	165 (53,2 %)	p = 0,2473	346 (49,0 %)
- СТ	197 (49,7 %)	134 (43,2 %)	p = 0,2986	332 (47,0 %)
- Q	18 (4,5 %)	11 (3,5 %)	p = 0,5247	29 (4,1 %)
Срок выполнения операции с момента травмы				
менее 6 мес.	101 (25,5 %)	68 (21,9 %)	p = 0,3866	169 (23,9 %)
6–12 мес.	161 (40,7 %)	138 (44,5 %)	p = 0,5128	299 (42,3 %)
1–3 года	62 (15,7 %)	46 (14,8 %)	p = 0,5128	108 (15,3 %)
3–5 лет	41 (10,4 %)	32 (10,3 %)	p = 0,9904	73 (10,3 %)
более 5 лет	31 (7,8 %)	26 (8,4 %)	p = 0,8031	57 (8,1 %)

Обозначения: ¹ – по критерию Fisher группы не отличаются ни по одному из показателей; ВТВ – костно-сухожильно-костный трансплантат из средней порции связки надколенника; СТ – трансплантат из сухожилий полусухожильной и нежной мышц; Q – трансплантат из сухожилия четырехглавой мышцы бедра.

Сравнение элементов анатомической и транстибиальной рПКС

Характеристика	Вид рПКС	
	анатомический	транстибиальный
Положение трансплантата	аналогично ходу нативной ПКС	вертикальнее нативной ПКС
Бедренный костный канал		
Положение	центр нативной ПКС, внутренняя поверхность наружного мыщелка бедренной кости	проксимально и кпереди от нативной ПКС, задний (задне-внутренний) край наружного мыщелка бедренной кости
Способ формирования	дополнительный доступ	через большеберцовый канал
Направитель	не обязателен	обязателен
Длина, мм	20–35	40–50
Угол наклона от вертикальной оси, °	40–65	30–45
Пластика межмышцелковой вырезки бедренной кости	редко	часто
Большеберцовый костный канал		
Положение	центр нативной ПКС	задняя часть места прикрепления нативной ПКС
Предназначение	фиксация большеберцового конца трансплантата	– проведение бедренного канала; – фиксация большеберцового конца трансплантата
Диаметр и конфигурация	точно соответствуют диаметру трансплантата	часто больше диаметра трансплантата (развальцовывается при формировании бедренного канала)

Клинико-экономические данные включали продолжительность хирургического вмешательства, общее время пребывания в операционной, длительность использования костылей, внешней иммобилизации шарнирными устройствами, реабилитационного лечения и нетрудоспособности в целом, сроки восстановления

полной активности пациента, в том числе спортивной.

Данные обрабатывали при помощи пакета программ STATISTICA 5,5 (лицензионный № AXXR402C295023FAN4), достоверность различий оценивали с использованием критерия Fisher.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При клинической оценке коленного сустава в послеоперационном периоде была показана его высокая стабильность в обеих группах, при проверке «переднего выдвигающего ящика» подвижность голени кпереди не превышала 2 мм у 77,3 % пациентов, а 5 мм – у 96,7 % нарастающим итогом. Различия между 1 и 2 группами при этом не отмечали.

Однако при проведении теста Лахмана значимо чаще «0» и «1+» наблюдали в 1 группе исследования (84,6 % и 12,4 % соответственно), чем во 2 группе (63,2 % ($p < 0,05$) и 26,5 % ($p < 0,001$)) наблюдений соответственно). В то же время во 2 группе чаще встречалась подвижность, соответствующая «2+» условным баллам (5,8 % и 2,3 % соответственно ($p < 0,05$)).

Более значительными различия между исследуемыми группами были при оценке ротационной стабильности коленного сустава: в 1 группе ни в одном из наблюдений при выполнении «pivot shift» теста не выявили выраженной нестабильности коленного сустава, в 12,9 % случаев ($p < 0,001$) она была невыраженной, в 2,0 % – умеренно выраженной, а у остальных 85,1 % отсутствовала вовсе. Эти характеристики были значимо лучше, чем во 2 группе, где ротационная нестабильность отсутствовала только в 55,2 % наблюдений ($p < 0,001$), была невыраженной – в 31,3 % ($p < 0,001$), умеренно выраженной – в 8,7 % ($p < 0,001$), а выраженной – в 4,8 % ($p < 0,001$) случаев. Результаты сравнительной оценки послеоперационной клинической стабильности коленного сустава приведены в таблице 3.

Кроме того, во 2 группе пациентов значимо чаще наблюдали сгибательные или комбинированные контрактуры в коленном суставе: 26 (8,7 %) против 5 (1,3 %) в 1 группе ($p < 0,01$), синовиты (41 (13,2 %) и 10 (2,5 %) соответственно ($p < 0,001$)) и атрофию мышц бедра (более 1,5 см, по сравнению с противоположной конечностью): 54 (17,4 %) и 21 (5,3 %) соответственно ($p < 0,05$).

Морфометрия, выполненная по результатам МРТ или КТ, выявила во 2 группе более частое положение бедренного костного канала, расцениваемое как недопустимое (89 (29,7 %) при 16 (4,0 %) в 1 группе, $p < 0,001$), неправильный вертикальный ход ауто трансплантата (41 (13,2 %) при 3 (0,8 %) в 1 группе, $p < 0,001$), его разрушение или разволокнение (54 (17,4 %) при 14 (3,5 %) в 1 группе, $p < 0,001$), патологическое расширение внутренних отверстий костных каналов по типу «эффекта стеклоочистителя» более чем на 3 мм (112 (36,1 %) при 14 (3,5 %) в 1 группе, $p < 0,001$).

Интегральная оценка результатов рПКС по шкале 2000 IKDC показала ее высокую эффективность, возвращение к норме в 91,6 % случаев. Неблагоприятные результаты (C и D по шкале 2000 IKDC) были отмечены у 8,4 % пациентов. Однако в группах была существенная разница, так в 1 группе патологические явления в суставе (C) наблюдали в 3 раза реже, чем во 2 группе (2,3 % и 9,3 % соответственно, $p < 0,001$), а грубые нарушения функции (D) – в 6 раз реже: 0,7 % и 5,8 % соответственно ($p < 0,001$).

Таблица 3

Сравнительная оценка послеоперационной клинической стабильности коленного сустава в 1 и 2 группах

Характеристика	1 группа	2 группа	p	Всего
Тест «переднего выдвигающего ящика»				
0 (0–2 мм)	312 (78,8 %)	234 (75,5 %)	p = 0,7095	546 (77,3 %)
1 ⁺ (3–5 мм)	72 (18,2 %)	65 (21,0 %)	p = 0,4460	137 (19,4 %)
2 ⁺ (6–10 мм)	12 (3,0 %)	11 (3,5 %)	p = 0,7096	23 (3,3 %)
3 ⁺ (> 10 мм)	–	–	–	–
Тест Лахмана				
0 (1–2 мм)*	335 (84,6 %)*	196 (63,2 %)	p < 0,05	531 (75,2 %)
1 ⁺ (3–5 мм)*	49 (12,4 %)*	82 (26,5 %)	p < 0,001	131 (18,6 %)
2 ⁺ (6–10 мм)	9 (2,3 %)	18 (5,8 %)	p < 0,05	27 (3,8 %)
3 ⁺ (> 10 мм)	3 (0,7 %)	14 (4,5 %)	p < 0,05	17 (2,4 %)
«Pivot-shift»тест				
0 (не определяется)*	337 (85,1 %)*	171 (55,2 %)	p < 0,001	508 (71,9 %)
1 ⁺ (невывраженный)*	51 (12,9 %)*	97 (31,3 %)	p < 0,001	148 (21,0 %)
2 ⁺ (умеренно вывренный)*	8 (2,0 %)*	27 (8,7 %)	p < 0,001	35 (5,0 %)
3 ⁺ (вывренный)*	0*	15 (4,8 %)	p < 0,001	15 (2,1 %)

Обозначения: * – различие статистически значимо; + – методика отличается в лучшую сторону.

По таким характеристикам шкалы KOSS как «боль» и «симптомы» (отражает патологическую симптоматику со стороны коленного сустава) 1 группа значимо ($p < 0,05$) превосходила 2 группу: $85,1 \pm 1,6$ балла и $77,1 \pm 1,3$ балла, $84,1 \pm 2,4$ балла и $71,3 \pm 1,1$ балла соответственно. Спортивная активность также была значимо выше в 1 группе исследования ($66,4 \pm 1,1$ балла против $56,1 \pm 1,4$ балла во 2 группе, $p < 0,05$). Все это находило отражение и в лучшем качестве жизни пациентов 1 группы ($64,2 \pm 2,1$ балла против $56,1 \pm 1,4$ балла во 2 группе, $p < 0,01$). Интегральные показатели, характеризующие результаты рПКС в 1 и 2 группах, приведены в таблице 4.

Вместе с тем, в 1 группе значительно больше, чем во 2 группе, было среднее время хирургического вмешательства

и среднее общее время пребывания в операционной – $89,1 \pm 2,8$ минуты и $79,6 \pm 3,1$ минуты, $121,9 \pm 4,1$ минуты и $114,6 \pm 2,9$ минуты соответственно ($p < 0,05$).

В 1 группе были значимо короче, чем во 2 группе, сроки реабилитации ($4,1 \pm 0,4$ недели и $5,5 \pm 0,9$ недели соответственно, $p < 0,05$), общие сроки нетрудоспособности ($10,4 \pm 0,3$ недели и $11,9 \pm 0,1$ недели соответственно, $p < 0,05$), а также сроки возвращения к спорту и полной физической нагрузке ($40,9 \pm 1,9$ недели и $44,1 \pm 1,8$ недели соответственно, $p < 0,05$).

Пациентам 1 группы ревизионные операции по различным причинам, включая повторные травмы коленного сустава, выполняли почти в 3,5 раза реже, чем пациентам 2 группы (11 или 2,7 % против 40 или 12,9 % соответственно, $p < 0,01$).

Таблица 4

Сравнение интегральных показателей рПКС в 1 и 2 группах

Характеристика	1 группа	2 группа	p	Всего
Шкала 2000 IKDC				
A	264 (66,7 %)	181 (58,4 %)	p = 0,2798	445 (63,0 %)
B	120 (30,3 %)	82 (26,5 %)	p = 0,4016	202 (28,6 %)
C*	9 (2,3 %)*	29 (9,3 %)	p < 0,001	38 (5,4 %)
D*	3 (0,7 %)*	18 (5,8 %)	p < 0,001	21 (3,0 %)
Шкала KOSS				
Боль*	$85,1 \pm 1,6^+$	$77,1 \pm 1,3$	p < 0,05	–
Симптомы (ср. балл)*	$84,1 \pm 2,4^+$	$71,3 \pm 1,1$	p < 0,05	–
Ежедневная активность (ср. балл)	$88,9 \pm 1,4$	$86,2 \pm 2,1$	p = 0,224	–
Спортивная активность (ср. балл)*	$66,4 \pm 1,1^+$	$56,1 \pm 1,4$	p < 0,05	–
Качество жизни (ср. балл)*	$64,2 \pm 2,1^+$	$57,2 \pm 1,7$	p < 0,01	–
Шкала Tegner Lysholm				
Баллы	$96,6 \pm 1,7$	$91,2 \pm 1,3$	p < 0,05	–

Обозначения: * – различие статистически значимо; + – методика отличается в лучшую сторону.

ОБСУЖДЕНИЕ

Успех рПКС во многом определяется следующими ключевыми факторами: правильным индивидуализированным подбором материала для пластики, безошибочным расположением бедренного и большеберцового костных каналов, эффективным натяжением трансплантата, его прочной фиксацией в течение всего периода перестройки и приживления [18, 19]. Анатомическая рПКС основана на том, что костные каналы формируют в точках прикрепления нагибной связки, а ауто трансплантат повторяет ее ход в суставе [7, 8]. Решение задачи анатомической ориентации транс-

плантата возможно только при независимом сверлении бедренного костного канала (рис. 1) [17, 20, 21].

При осуществлении трансбиальной техники рПКС основной целью является обеспечение достаточного натяжения трансплантата на всей амплитуде движения голени, иначе говоря, изометрическое его положение, а не воспроизведение естественного хода волокон ПКС [22]. Применяемая методика изометрической установки трансплантата достигается путем соосного сверления костных каналов, когда они находятся или на одной линии, или близко к ней (рис. 2).

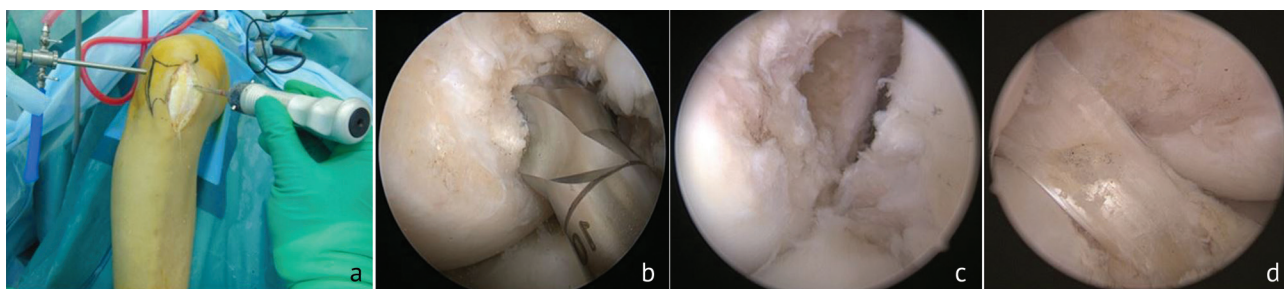


Рис. 1. Этапы операции у пациентов 1 группы: а – установка бедренного направителя через ПМД; б – формирование бедренного канала по направляющей спице; в – расположение бедренного канала на внутренней поверхности наружного мыщелка бедренной кости; г – внешний вид трансплантата, проведенного в центре нативной ПКС

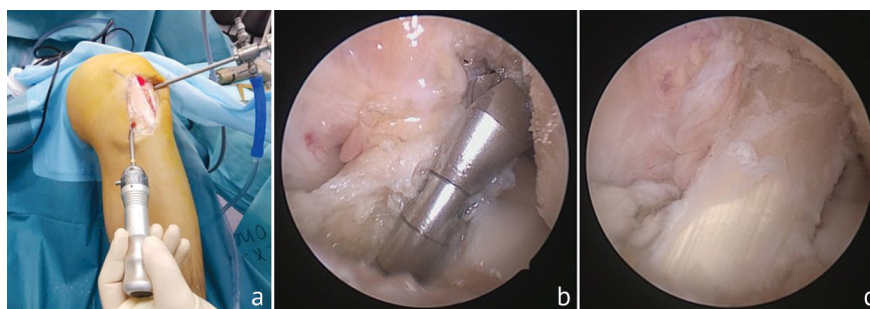


Рис. 2. Этапы изометрической (транстибиальной) пластики ПКС: а – проведение бедренного направителя через большеберцовый канал; б – формирование бедренного канала; в – внешний вид изометрически установленного трансплантата

Анализ полученных нами результатов показал, что анатомический подход при рПКС является весьма эффективным и позволяет получить хорошую стабильность коленного сустава в 97,0 % случаев. Это коррелирует с данными других авторов, которые фиксировали положительные результаты в пределах 96,5 %, но, вместе с тем, Kilinc B.E. et al. в 2016 году в своей работе показали, что лишь 55,5 % пациентов после транстибиальной пластики удалось восстановить стабильность сустава, соответствующую таковой до получения ими травмы [17].

Вероятно, это связано с тем, что авторы в своем исследовании применяли только сухожилия полусухожильной и нежной мышц бедра, которые имеют небольшой диаметр и, следовательно, меньшую площадь перекрытия зон прикрепления нативной ПКС, чем трансплантаты из собственной связки надколенника или сухожилия четырехглавой мышцы бедра. По нашему мнению, транстибиальная рПКС, при условии корректного ее выполнения, также может считаться достаточно эффективной методикой, и ее надежность может достигать 84,9 %. Zhang L. et al. (2019) [23] также отметили высокую эффективность обеих методик. Наблюдая своих пациентов в течение 10 лет после операции, они не обнаружили значимой разницы в клиническом и функциональном состоянии коленного сустава и сроках возвращения к активной деятельности после транстибиальной и анатомической рПКС. В своей работе мы наблюдали статистическую разницу между группами среди пациентов, у которых результаты лечения были определены как неудовлетворительные. Чаще такие пациенты встречались после транстибиальной рПКС, $p < 0,001$.

Многие авторы отмечают более значимую ротационную стабильность коленного сустава после выполнения анатомической реконструкции ($p < 0,05$) [24–26]. В своем исследовании мы тоже получили такую зави-

симость, но с более выраженной статистической разницей $p < 0,001$. Большая ротационная стабильность коленного сустава при анатомической рПКС свидетельствует о том, что разнонаправленный ход волокон трансплантата может моделировать многопучковую структуру нативной связки и, соответственно, обеспечивать правильность более сложных и многовекторных движений голени.

Худшие результаты теста Лахмана после транстибиальной рПКС свидетельствуют, по нашему мнению, о недостижении фактической изометрии трансплантата у части пациентов, что проявляется на крайнем участке амплитуды движения голени и на практике может быть одной из причин низкоамплитудной переднезадней нестабильности, $p < 0,05$. Похожие результаты получали и другие специалисты, однако мы не встретили у них описания причин, которые бы объясняли это явление [25, 27].

Сложность изометрического позиционирования трансплантата в узязке с предупреждением его импичмента в межмышцелковой вырезке подтверждается такими негативными явлениями, отмеченными во 2 группе исследования, как недопустимое положение бедренного костного канала, вертикальный ход ауто-трансплантата, его повреждения или разрушение вследствие конфликта с мыщелками бедренной кости, расширение внутренних отверстий костных каналов («эффект стеклоочистителя») ($p < 0,001$). Разрушение костных каналов в мировой литературе как раз чаще описывается при транстибиальной реконструкции [20, 28]. Кроме того, некоторые специалисты отмечают, что угол наклона бедренного канала около 58° при транстибиальной рПКС создает условия для вертикального положения трансплантата и, как результат, приводит к формированию контрактуры сустава или разрушения трансплантата [29, 30]. Недостижение должной стабильности коленного сустава в сочетании с элемента-

ми импичмента аутографта транспланта объясняют более частые в этой группе синовиты и атрофии мышц бедра ($p < 0,001$ и $p < 0,05$ соответственно). Все это определяет более низкие интегральные результаты хирургического лечения, полученные при использовании шкал функциональной оценки коленного сустава [23].

Тем не менее, анатомическая рПКС в проанализированный период была более трудозатратной и ресурсоемкой вследствие большего числа хирургических элементов операции, $p < 0,05$. Данных других авторов по анализу этого критерия мы не обнаружили, но, вместе с тем, этот показатель считаем важным для учета экономической эффективности лечения передней нестабильности коленного сустава, особенно при боль-

шом потоке пациентов или на этапе освоения технологии молодыми специалистами.

В связи с лучшими функциональными результатами после анатомической рПКС через ПМД необходимость в ревизионных операциях в нашем исследовании оказалась почти в 3,5 раза меньше, чем в группе после трансстибиальной пластики. Необходимость в повторных операциях отмечена и в других источниках, и их величина варьирует от 4,4 до 8,2 % [31, 32].

Следует отметить, что все случаи ревизионной рПКС у пациентов с трансстибиальной пластикой были нами выполнены в один этап с применением анатомической рПКС через ПМП без каких-либо технических сложностей.

ВЫВОДЫ

1. Транстибиальная и анатомическая рПКС с использованием ПМД являются достаточно надежными методиками при восстановлении стабильности коленного сустава (84,9 % и 97,0 % соответственно), однако последняя позволяет добиться статистически лучших результатов как в передне-заднем (теста Лахмана – $p < 0,05$), так и ротационном («pivot shift» – $p < 0,001$) направлениях движения сустава.

2. Недостижение изометрии транспланта при трансстибиальной рПКС является основной причи-

ной ранней послеоперационной нестабильности КС ($p < 0,05$), что приводит к вторичным изменениям костных каналов, разрушению транспланта, менисков и прогрессированию остеоартроза ($p < 0,001$).

3. Пациенты после анатомической рПКС через ПМД по сравнению с пациентами после трансстибиальной пластики в 3,5 раза реже нуждаются в выполнении ревизионных операций ($p < 0,01$), при этом технология анатомической рПКС с использованием ПМД в качестве ревизионной методики применима весьма эффективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Femoral tunnel placement during anterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo imaging analysis comparing transtibial and 2-incision tibial tunnel-independent techniques / E.S. Abebe, C.T. Moorman 3rd, T.S. Dziedzic, C.E. Spritzer, R.L. Cothran, D.C. Taylor, W.E. Garret Jr., L.E. DeFrate // *Am. J. Sports Med.* 2009. Vol. 37, No 10. P. 1904-1911. DOI:10.1177/0363546509340768
2. A comparison of clinical and radiological parameters with two arthroscopic techniques for anterior cruciate ligament reconstruction / P. Aglietti, G. Zaccarelli, P.P. Menchetti, P. de Biase // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 1995. Vol. 3, No 1. P. 2-8. DOI:10.1007/BF01553517
3. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method / M. Bernard, P. Hertel, H. Hornung, T. Cierpinski // *Am. J. Knee Surg.* 1997. Vol. 10, No 1. P. 14-21; discussion 21-22.
4. Comparison of anterior cruciate ligament tunnel position and graft obliquity with transtibial and anteromedial portal femoral tunnel reaming techniques using high-resolution magnetic resonance imaging / A.L. Bowers, A. Bedi, J.D. Lipman, H.G. Potter, S.A. Rodeo, A.D. Pearle, R.F. Warren, D.W. Altchek // *Arthroscopy.* 2011. Vol. 27, No 11. P. 1511-1522. DOI:10.1016/j.arthro.2011.07.007
5. Chambat P. ACL tear // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2013. Vol. 99, No 1 Suppl. P. S43-S52. DOI:10.1016/j.otsr.2012.11.012
6. Outcome of Single-Bundle Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using the Anteromedial Versus the Transtibial Technique: A Systematic Review and Meta-analysis / Y. Chen, K.H. Chua, A. Singh, J.H. Tan, X. Chen, S.H. Tan, B.C. Tai, K. Lingaraj // *Arthroscopy.* 2015. Vol. 31, No 9. P. 1784-1794. DOI:10.1016/j.arthro.2015.06.001
7. Review of evolution of tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction / F. Rayan, S.K. Nanjayan, C. Quah, D. Ramoutar, S. Konan, F.S. Haddad // *World J. Orthop.* 2015. Vol. 6, No 2. P. 252-262. DOI: 10.5312/wjo.v6.i2.252
8. Fineberg M.S., Zarins B., Sherman O.H. Practical considerations in anterior cruciate ligament replacement surgery // *Arthroscopy.* 2000. Vol. 16, No 7. P. 715-724. DOI:10.1053/jars.2000.8951
9. Anterior cruciate ligament reconstruction: endoscopic versus two-incision technique / C.D. Harner, P.H. Marks, F.H. Fu, J.J. Irrgang // *Arthroscopy.* 1994. Vol. 10, No 5. P. 502-512. DOI: 10.1016/s0749-8063(05)80004-0
10. The effect of feedback from post-operative 3D CT on placement of femoral tunnels in single-bundle anatomic ACL reconstruction / E. Inderhaug, A. Larsen, T. Strand, P.A. Waaler, E. Solheim // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016. Vol. 24, No 1. P. 154-160. DOI:10.1007/s00167-014-3355-0
11. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form / J.J. Irrgang, A.F. Anderson, A.L. Boland, C.D. Harner, M. Kurosaka, P. Neyret, J.C. Richmond, K.D. Shelborne // *Am. J. Sports Med.* 2001. Vol. 29, No 5. P. 600-613. DOI:10.1177/03635465010290051301
12. Kiapour A.M., Murray M.M. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair // *Bone Joint Res.* 2014. Vol. 3, No 2. P. 20-31. DOI:10.1302/2046-3758.32.2000241
13. Kim S.J., Jung K.A., Song D.H. Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous quadriceps tendon // *Arthroscopy.* 2006. Vol. 22, No 7. P. 797.e1-797.e5. DOI:10.1016/j.arthro.2005.09.027
14. Anatomic double-bundle reconstruction techniques result in graft obliquities that closely mimic the native anterior cruciate ligament anatomy / B.S. Kyung, J.G. Kim, M. Chang, K.M. Jang, S.S. Lee, J.H. Ahn, J.H. Wang // *Am. J. Sports Med.* 2013. Vol. 41, No 6. P. 1302-1309. DOI:10.1177/0363546513484692
15. Advantages and Disadvantages of Transtibial, Anteromedial Portal, and Outside-In Femoral Tunnel Drilling in Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review / B.N. Robin, S.S. Jani, S.C. Marvil, J.B. Reid, C.K. Schillhammer, J.H. Lubowitz // *Arthroscopy.* 2015. Vol. 31, No 7. P. 1412-1417. DOI:10.1016/j.arthro.2015.01.018
16. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) – validation of a Swedish version / E.M. Roos, H.P. Roos, C. Ekdahl, L.S. Lohmander // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 1998. Vol. 8, No 6. P. 439-448. DOI:10.1111/j.1600-0838.1998.tb00465.x
17. Transtibial vs anatomical single bundle technique for anterior cruciate ligament reconstruction: A Retrospective Cohort Study / B.E. Kilinc, A. Kara, Y. Oc, H. Celik, S. Camur, E. Bilgin, Y.T. Erten, T. Sahinkaya, O.T. Eren // *Int. J. Surg.* 2016. Vol. 29. P. 62-69. DOI: 10.1016/j.ijssu.2016.03.025
18. Stäubli H.U., Rauschning W. Tibial attachment area of the anterior cruciate ligament in the extended knee position. Anatomy and cryosections in vitro complemented by magnetic resonance arthrography in vivo // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 1994. Vol. 2, No 3. P. 138-146. DOI:10.1007/BF01467915
19. Tegner Y., Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1985. No 198. P. 43-49.

20. Анализ эффективности технологий артроскопической пластики передней крестообразной связки коленного сустава / В.В. Заяц, А.К. Дулаев, А.В. Дыдыкин, И.Н. Ульянченко, А.В. Коломойцев, А.В. Ковтун // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2017. Том 176, № 2. С. 77-82. DOI: 10.24884/0042-4625-2017-176-2-77-82
21. Knee moment and shear force are correlated with femoral tunnel orientation after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction / H. Wang, J.E. Fleischli, I.D. Hutchinson, N.N. Zheng // Am. J. Sports Med. 2014. Vol. 42, No 10. P. 2377-2385. DOI:10.1177/0363546514541232
22. Modified transtibial versus anteromedial portal technique in anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of femoral tunnel position and clinical results / Y.S. Youm, S.D. Cho, S.H. Lee, C.H. Youn // Am. J. Sports Med. 2014. Vol. 42, No 12. P. 2941-2947. DOI:10.1177/0363546514551922
23. A comparative study of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction via transtibial and transportal techniques / L. Zhang, B. Jiang, J. Sun, J. Ma, S. Zhang, X. Liu // Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2019. Vol. 33, No 9. P. 1077-1082. DOI: 10.7507/1002-1892.201904124
24. Femoral tunnel position in chronic anterior cruciate ligament rupture reconstruction: randomized controlled trial comparing anatomic, biomechanical and clinical outcomes / J. Minguell, J.H. Nuñez, M.M. Reverte-Vinaixa, A. Sallent, A. Gargallo-Margarit, E. Castellet // Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol. 2019. Vol. 29, No 7. P. 1501-1509. DOI: 10.1007/s00590-019-02455-x
25. Anteromedial versus transtibial technique in single-bundle autologous hamstring ACL reconstruction: a meta-analysis of prospective randomized controlled trials / H. Chen, K. Tie, Y. Qi, B. Li, B. Chen, L. Chen // J. Orthop. Surg. Res. 2017. Vol. 12, No 1. P. 167. DOI: 10.1186/s13018-017-0671-3
26. Заяц В.В. Технологии анатомической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава: возможности и преимущества // Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова. 2018. Том 25, № 1. С. 28-34. DOI: 10.24884/1607-4181-2018-25-1-28-34
27. Anatomic reconstruction of anterior cruciate ligament: concept, indication and its efficacy / E.J. Golan, S.J. Meredith, T. Nakamura, B.B. Rothrauff, F.H. Fu // AOJ (Annals of Joints). 2019. Vol. 4. P. 9. DOI: 10.21037/aoj.2018.12.11
28. Radiological and functional comparison of single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: transtibial versus anteromedial technique / M. Özer, H. Özer, H. Selek, G. Baltacı, G. Harput, A. Taşkesen, M. Çetinkaya // Turk. J. Med. Sci. 2018. Vol. 48, No 3. P. 455-461. DOI: 10.3906/sag-1702-119
29. No clinical differences between anteromedial portal and transtibial technique for femoral tunnel positioning in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized, controlled trial / P. MacDonald, C. Kim, S. McRae, J. Leiter, R. Khan, D. Whelan // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2018, Vol. 26, No 5. P. 1335-1342. DOI: 10.1007/s00167-017-4664-x
30. Does the anteromedial portal provide clinical superiority compared to the transtibial portal in anterior cruciate ligament reconstruction in nonprofessional athletes in short-term follow-up? / Z. Taşdemir, D. Gülabı, F. Sağlam, S. Tokgöz Özal, N. Elmalı // Acta Orthop. Traumatol. Turc. 2015. Vol. 49, No 5. P. 483-491. DOI: 10.3944/AOTT.2015.15.0016
31. Zbrojkiewicz D., Vertullo C., Grayson J.E. Increasing rates of anterior cruciate ligament reconstruction in young Australians, 2000-2015 // Med. J. Aust. 2018. Vol. 208, No 8. P. 354-358. DOI: 10.5694/mja17.00974
32. Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction After Primary Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Case Series of 40 Patients / S.Y. So, D.W. Suh, S.S. Lee, E.Y. Jung, D.H. Ye, D. Ryu, K.B. Kwon, J.H. Wang // Arthroscopy. 2020. Vol. 36, No 2. P. 546-555. DOI: 10.1016/j.arthro.2019.08.038

Рукопись поступила 25.02.2020

Сведения об авторах:

1. Заяц Виталий Викторович, к. м. н.,
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: zaiatc.vitalii@gmail.com
2. Дулаев Александр Кайсинович, д. м. н., профессор,
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: akdulaev@gmail.com
3. Дыдыкин Андрей Валерьевич, д. м. н., профессор,
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: dydykinav@mail.ru
4. Ульянченко Иван Николаевич,
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: yluanchenko@gmail.com

Information about the authors:

1. Vitaliy V. Zayats, M.D., Ph.D.,
Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg,
Russian Federation,
Email: zaiatc.vitalii@gmail.com
2. Alexander K. Dulaev, M.D., Ph.D., Professor,
Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg,
Russian Federation,
Email: akdulaev@gmail.com
3. Andrey V. Dydykin, M.D., Ph.D., Professor,
Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg,
Russian Federation,
Email: dydykinav@mail.ru
4. Ivan N. Ulyanchenko,
Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg,
Russian Federation,
Email: yluanchenko@gmail.com