

© Коллектив авторов, 2018

ЗАВИСИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТУННЕЛЕЙ

С.А. Банцер, Р.М. Тихилов, А.П. Трачук, О.Е. Богопольский,
А.В. Рыбин, Д.А. Шулепов, М.Р. Салихов

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России, ФГБОУ ВО «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Минздрава России, СПб ГБУЗ «Городская больница Святого Великомученика Георгия» Санкт-Петербург, РФ

Цель исследования: на основании анализа клинко-лучевых данных определить наиболее выгодное положение костных туннелей при различных техниках реконструкции передней крестообразной связки (ПКС).

Дизайн исследования: ретроспективный анализ.

Пациенты и методы. Было проведено очное и заочное обследование 202 пациентов в сроки от 1,5 до 5 лет после первичной аутопластики ПКС трансплантатом из сухожилий подколенных мышц. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от способа формирования костных туннелей. В 1-ю группу ($n=109$) вошли пациенты, прооперированные с помощью транстибиальной техники, во 2-ю ($n=52$) и 3-ю ($n=41$) группы — с помощью переднемедиальной техники с позиционированием бедренного туннеля в центральной и переднемедиальной части прикрепления ПКС соответственно. Локализацию костных туннелей определяли, используя КТ с трехмерной реконструкцией. Субъективную оценку проводили с использованием шкал-опросников IKDC-2000, KOOS и Lysholm. Для оценки смещения голени относительно бедра проводили тесты «переднего выдвигающего ящика», Лакмана, pivot-shift, а также артрометрию в сравнении со здоровой стороной.

Результаты. Большеберцовый туннель у пациентов 1-й группы располагался в проекции центральной или заднелатеральной части прикрепления ПКС, тогда как во 2-й и 3-й группах — ближе к переднемедиальной части. Бедренный туннель в 1-й группе у большинства пациентов локализовался в зоне или несколько кпереди от переднемедиальной части бедренного прикрепления ПКС, во 2-й группе — в проекции центральной или заднелатеральной части, в 3-й группе — в переднемедиальной части. Субъективная оценка по данным шкал IKDC-2000, Lysholm и KOOS у пациентов 1-й и 2-й групп была сопоставима, тогда как в 3-й она была значимо выше ($p<0,05$). При объективной оценке в 1-й группе положительные результаты мануальных тестов были получены у 47 (62%) пациентов, во 2-й — у 19 (51%), в 3-й — у 4 (11%). Артрометрия выявила увеличение переднезаднего смещения голени по сравнению со здоровой стороной в 1-й группе на $3,4\pm 2,6$ мм, во 2-й — на $3,1\pm 2,7$ мм и в 3-й — на $1,2\pm 1,4$ мм. Статистический анализ показал, что между 1-й и 2-й группой пациентов не было значимых различий при оценке стабильности коленного сустава.

Заключение. Локализация бедренного туннеля в проекции переднемедиальной части прикрепления ПКС обеспечивает наилучшие функциональные результаты оперативного лечения. Использование в качестве ориентира задневерхнего контура латерального мыщелка бедренной кости при переднемедиальной технике позволяет повысить точность позиционирования бедренного туннеля и снизить риск ошибок при его интраоперационной разметке.

Ключевые слова: передняя крестообразная связка, транстибиальная техника, переднемедиальная техника, коленный сустав, костные туннели.

Dependence of the Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on the Tunnel Positioning

S.A. Bantser, R.M. Tikhilov, A.P. Trachuk, O.E. Bogopol'skiy, A.V. Rybin, D.A. Shulepov, M.R. Salikhov
Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden,
North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,
City Hospital of St. George, St. Petersburg, Russia

Purpose of study: based on the analysis of clinical and radiation data to determine the most favorable positioning of the bone tunnels at different techniques of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction.

Study design: retrospective analysis.

Patients and methods. Face-to-face and a remote examination was performed in 202 patients at terms from 1.5 to 5 years after primary ACL autoplasty using the graft from the popliteal muscle tendons. All patients were divided into 3 groups depending on the technique of the bone tunnels formation. The patients from the 1st group ($n=109$) were operated on using transtibial technique, from the 2nd ($n=52$) and 3rd ($n=41$) groups — using anteromedial technique with the positioning of the femoral tunnel in the central and anteromedial part of ACL attachment, respectively. Bone tunnels positioning was determined using CT with 3D reconstruction. Subjective evaluation was performed by IKDS-2000, KOOS and Lysholm knee score. To assess the tibiofemoral dislocation the anterior drawer, Lachman and pivot shift tests as well as arthrometry (comparison with the healthy side) were performed.

Results. In patients from group 1 the tibial tunnel was positioned in the plane of either central or posterolateral part of ACL attachment. In groups 2 and 3 the tunnel was positioned closer to the anteromedial part. In the majority of patients from group 1 the femoral tunnel was positioned in the zone or slightly forwards of the anteromedial part of ACL femoral attachment, in group 2 — in the plane of central or posterolateral part, in group 3 — in the anteromedial part. In patients from the 1st and 2nd groups the subjective evaluation by IKDS-2000, KOOS and Lysholm knee score was comparable and much higher in the 3rd group ($p<0.05$). Objective evaluation showed positive manual tests results in 47 patients (62%) from the 1st group, 19 patients (51%) — 2nd group and 4 patients (11%) — 3rd group. Arthrometry showed the increase of anteroposterior tibiofemoral dislocation

by 3.4 ± 2.6 mm in the 1st group, 3.1 ± 2.7 mm in the 2nd group and 1.2 ± 1.4 mm. Statistical analysis did not reveal significant difference in knee stability between the patients from the 1st and 2nd groups.

Conclusion. Positioning of the femoral tunnel in the plane of anteromedial part of ACL attachment ensures better surgical treatment functional results. In anteromedial technique the use of posterosuperior contour of the lateral femoral condyle as a reference point enables to improve the accuracy of femoral tunnel positioning as well as to minimize the error risk at intraoperative marking.

Key words: anterior cruciate ligament, transtibial technique, anteromedial technique, knee joint, bone tunnels.

Введение. Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) являются частой травмой коленного сустава, ежегодно в США выполняется около 127 тыс. оперативных вмешательств, направленных на ее восстановление [1]. Согласно данным мета-анализов частота неудовлетворительных исходов после пластики ПКС достигает 7,7% [2, 3]. Одним из наиболее важных факторов, влияющих на клинические результаты, считается позиционирование костных туннелей [4–6].

Транстибиальная техника формирования костных туннелей остается наиболее широко используемой хирургами [2, 7]. Среди основных ее преимуществ называют относительную простоту и воспроизводимость, а также изометричное положение трансплантата [8]. Однако некоторые исследователи отмечают, что в ряде случаев туннели располагаются вне зоны прикрепления ПКС и имеет место вертикальная ориентация трансплантата, с чем связывают явления остаточной нестабильности коленного сустава и последующее раннее развитие остеоартроза [9–12].

По мнению ряда авторов, более точное размещение костных туннелей в проекции прикрепления ПКС должно привести к улучшению клинических результатов, что было подтверждено в ходе биомеханических исследований [5, 6, 13, 14]. В связи с этим широкое распространение среди хирургов получила переднемедиальная техника реконструкции ПКС, которая позволяет добиться анатомичного положения туннелей [8, 9]. Однако анализ клинических результатов не выявил существенной разницы по сравнению с транстибиальной техникой [15, 16]. Напротив, по данным Шведского регистра использование переднемедиальной техники привело к увеличению частоты рецидивов, что авторы связывали либо с техническими ошибками при размещении костных туннелей, либо с избыточным натяжением центрально расположенного трансплантата ПКС [17]. До настоящего времени в литературе обсуждают вопросы о рациональном положении туннелей и способах их размещения [2, 7–9, 13, 18].

Цель исследования: на основании анализа клинико-лучевых данных определить наиболее выгодное положение костных туннелей при различных техниках реконструкции ПКС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования: ретроспективный анализ. Было проведено обследование 202 пациентов, прооперированных в РНИИТО им. Р.Р. Вредена в период с 2012 по 2016 г. по поводу повреждения ПКС, из которых 165 в очной форме и 37 — в заочной (только субъективная оценка). В исследование включали пациентов в возрасте от 18 до 45 лет, которым была выполнена первичная аутопластика ПКС с использованием трансплантата из сухожилий подколенных мышц.

Критерии исключения: двусторонние разрывы ПКС, множественные повреждения связок, выраженный остеоартроз коленного сустава, послеоперационные инфекционные осложнения, а также повторные травмы с полными разрывами трансплантата.

Среди обследованных было 143 (71%) мужчины и 59 (29%) женщины, средний возраст пациентов составил 28,66,0 лет.

Больные были разделены на три группы в зависимости от способа формирования костных туннелей. Пациенты 1-й группы ($n=109$) были прооперированы с использованием транстибиальной техники, 2-й ($n=52$) и 3-й ($n=41$) группы — переднемедиальной техники с позиционированием бедренного туннеля в центральной и переднемедиальной части прикрепления ПКС соответственно. Период наблюдения после операции составил от 1,5 до 5 лет (табл. 1).

Хирургическая техника. В положении пациента на спине из стандартных артроскопических доступов проводили удаление остатков ПКС, а также резекцию поврежденных участков менисков. Затем из косого разреза длиной до 5 см по переднемедиальной поверхности голени выделяли сухожилия полусухожильной и нежной мышц, из которых формировали счетверенный трансплантат. В соответствии с диаметром трансплантата ПКС выполняли костные туннели при помощи одной из техник.

Транстибиальная техника (1-я группа). Используя большеберцовый направлятель ACUFEX DIRECTOR Drill Guide («Smith&Nephew»), проводили ориентирующую спицу в медиальном мыщелке большеберцовой кости под углом $35-40^\circ$ во фронтальной плоскости и $50-55^\circ$ в сагиттальной

Для цитирования: Банцер С.А., Тихилов Р.М., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Рыбин А.В., Шулепов Д.А., Салихов М.Р. Зависимость результатов реконструкции передней крестообразной связки от локализации туннелей. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018; 1: 5–12.

Cite as: Bantser S.A., Tikhilov R.M., Trachuk A.P., Bogopol'skiy O.E., Rybin A.V., Shulepov D.A., Salikhov M.R. Dependence of the outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction on the tunnel positioning. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N. N. Priorova. 2018; 1: 5–12.

Табл. 1. Характеристика пациентов групп сравнения

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Количество	109	52	41
Пол, М/Ж:	77/32	37/15	29/12
Возраст, годы	28,5±5,4	28,4±6,5	29,1±7,2
Период наблюдения, мес	37,9±14,9	27,1±7,0	20,9±2,1
Срок от травмы до операции, мес	22,6±28,6	29,1±31,0	24,6±29,6
Индекс массы тела, кг/м ²	23,7±2,5	23,5±2,1	23,5±2,5
Диаметр трансплантата, мм	7,8±0,6	7,5±0,5	7,6±0,5

плоскости. Сверлом соответствующего диаметра формировали туннель, через который за задневерхний край латерального мыщелка бедренной кости (ЛМБК) устанавливали направитель Endoscopic Femoral Aimer Arm («Smith&Nephew») с выносом 5 мм, ориентируя его в максимально возможном косом положении примерно на 10.30 (13.30) ч условного циферблата (рис. 1, а). По направляющей спице сверлом соответствующего диаметра формировали костный туннель в ЛМБК (рис. 1, б). После проведения трансплантата осуществляли его фиксацию при помощи биодеградируемых пинов или подвешивающей системы в канале бедренной кости и интерферентного винта в большеберцовом туннеле.

Переднемедиальная техника с позицией бедренного туннеля в центральной части прикрепления ПКС (2-я группа). Формировали дополнительный переднемедиальный портал над передним рогом медиального мениска, располагая его примерно на 1,5–2 см ниже стандартного доступа. После бережного иссечения мягких тканей в межмышечковой области и четкой визуализации внутренней поверхности ЛМБК переводили артроскоп из переднелатерального в стандартный переднемедиальный доступ для улучшения обзора. Разметку бедренного туннеля производили при согнутом до угла 90° коленном суставе при помощи артроскопической линейки TRUKOR Depth Gauge («Smith&Nephew») [19]. С целью размещения бедренного туннеля в центральной части анатомического прикрепления ПКС после измерения глубины ЛМБК при помощи шила формировали углубление в нем на середине расстояния между передним и задним краем его суставной поверхности (рис. 2, а). Через дополнительный переднемедиальный портал в сформированное ранее углубление устанавливали направитель Endoscopic Femoral Aimer Arm («Smith&Nephew») с выносом 0 мм для проведения направляющей спицы. Затем ногу сгибали в коленном суставе до угла 120–130° и по спице сверлом диаметром 4,5 мм формировали сквозной бедренный туннель и измеряли его дли-

ну. Далее по спице в соответствии с диаметром трансплантата сверлили слепой туннель на 7 мм короче, чем сквозной канал (рис. 2, б).

После этого переходили к этапу формирования большеберцового туннеля. Разметку его осуществляли в центральной или переднемедиальной части прикрепления, которые определяли при помощи известных ориентиров (медиальный гребень межмышечкового возвышения, передний рог латерального мениска). С использованием направителя ACUFEX DIRECTOR Drill Guide («Smith&Nephew») устанавливали ориентирующую спицу в медиальном мыщелке большеберцовой кости по медиальному краю бугристости под углом 55–60° в сагитальной плоскости. После фор-

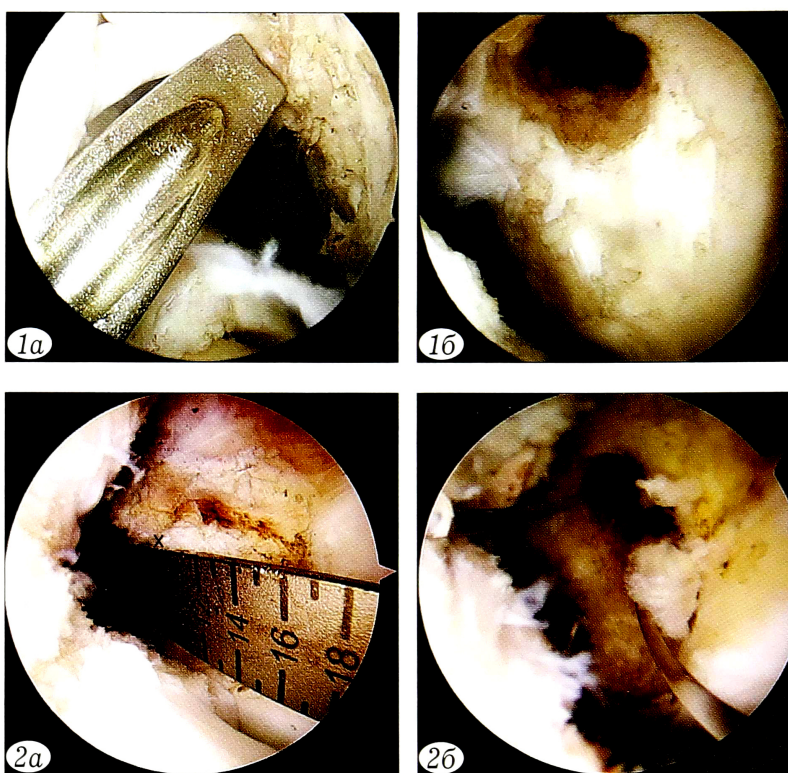


Рис. 1. Формирование бедренного туннеля с использованием транстибиальной техники.

а — установка направителя за задневерхний край ЛМБК, б — типичная позиция бедренного туннеля, выполненного посредством транстибиальной техники: впереди от места прикрепления ПКС.

Рис. 2. Формирование бедренного туннеля с использованием переднемедиальной техники при помощи артроскопической линейки.

а — разметка бедренного туннеля в центре прикрепления ПКС с использованием линейки (крестиком обозначен центр будущего туннеля на середине расстояния между передним и задним краем ЛМБК); б — вид сформированного туннеля в области центра анатомического бедренного прикрепления ПКС.

мирования костных туннелей и проведения трансплантата осуществляли его фиксацию при помощи подвешивающей системы на бедренной кости и интерферентного винта в канале большеберцовой кости.

Переднемедиальная техника с положением бедренного туннеля в переднемедиальной части прикрепления ПКС (3-я группа). Установку дополнительного портала, подготовку межмышечковой области, формирование большеберцового и бедренного туннелей и фиксацию трансплантата проводили по аналогичной методике, что и у пациентов 2-й группы. Для разметки бедренного туннеля в проекции переднемедиальной части анатомического прикрепления ПКС использовали оригинальную методику и устройство. В положении сгибания в коленном суставе под углом 90° визуализировали задневерхний контур ЛМБК. Затем через переднелатеральный артроскопический доступ устанавливали устройство (заявка на изобретение № 2016148557 от 09.12.2016) по краю задневерхнего контура ЛМБК и при помощи шила отмечали место для расположения бедренного туннеля на расстоянии 7, 8 или 9 мм от края хряща (соответственно диаметру трансплантата). Затем формировали бедренный туннель так же, как во 2-й группе. Таким образом, между задним краем хряща и краем туннеля

оставалась костная стенка 3–4 мм, что соответствовало топографии бедренного прикрепления ПКС (рис. 3).

Клиническое обследование. Все пациенты в указанные сроки прошли обследование в очной ($n=165$) или заочной ($n=37$) форме. Для субъективной оценки результатов оперативного лечения использовали шкалы-опросники IKDC-2000, KOOS и Lysholm. Пациенты очной формы помимо этого прошли углубленное клинико-лучевое обследование. Переднее смещение голени относительно бедра определяли при помощи мануальных тестов «переднего выдвижного ящика» и Лахмана. Количественное измерение переднего смещения голени относительно бедра проводили с использованием артрометра (патент на изобретение RUS 2336816 от 23.11.2006) при сгибании в коленном суставе 25° и максимальном мануальном усилии. Ротационное смещение голени относительно бедра оценивали с помощью теста pivot-shift. Все исследования выполняли в сравнении со здоровой стороной.

Оценка трансплантата ПКС. Для определения целостности и структурных особенностей трансплантата ПКС проводили анализ данных MPT коленного сустава на сверхвысокопольном аппарате Siemens Verio 3,0 Тесла. Исследование осуществляли в сагиттальной (T2 TSE, PD+FS TSE режимы), косо-сагиттальной (T2 TSE), фронтальной (PD+FS TSE) и косоаксиальной (T2 TSE) проекциях.

Оценка положения костных туннелей. Для определения локализации костных туннелей выполняли КТ коленного сустава на аппарате Toshiba Aquilion Prime (64 среза) с последующей трехмерной реконструкцией и обработкой результатов в программе OsiriX MD 7.0. Положение центра большеберцового туннеля рассчитывали по методу анатомических координатных осей в процентах [20]. После получения строгой боковой проекции внутренней поверхности ЛМБК в положении сгибания в коленном суставе 90° определяли локализацию бедренного туннеля при помощи квадратного метода Бернарда и Хертеля [21].

Статистический анализ. Полученные результаты обрабатывали с использованием программной системы STATISTICA for Windows (версия 10). Частотные характеристики качественных показателей сравнивали с использованием непараметрических методов χ^2 , χ^2 с поправкой Йейтса (для малых групп), критерия Фишера. Для анализа количественных параметров применяли критерии Манна–Уитни, медианный χ^2 и модуль ANOVA. Оценку изучаемых показателей в динамике проводили с помощью критерия знаков и критерия Вилкоксона. Критерием статистической значимости полученных данных принято значение $p < 0,05$.

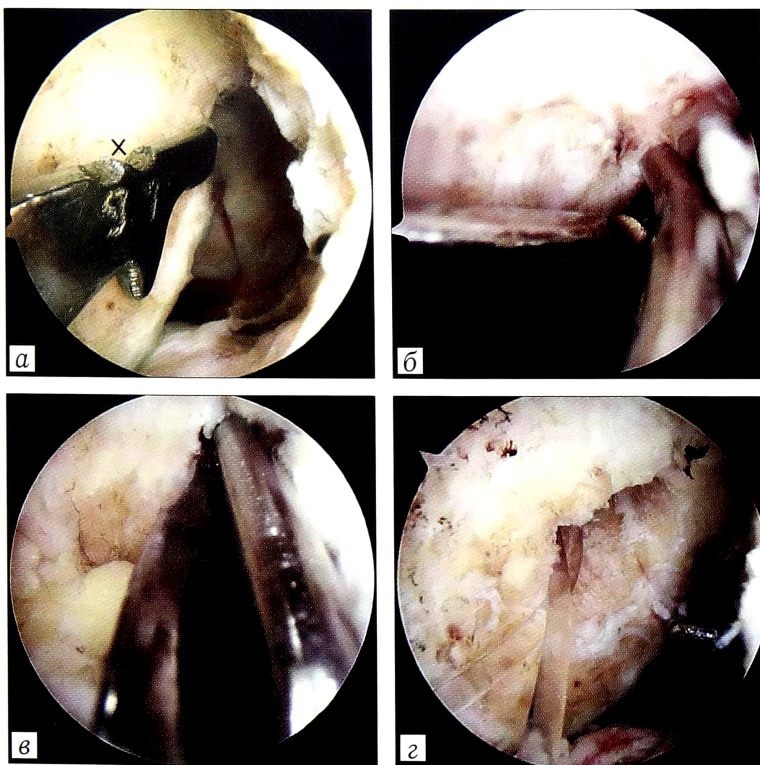
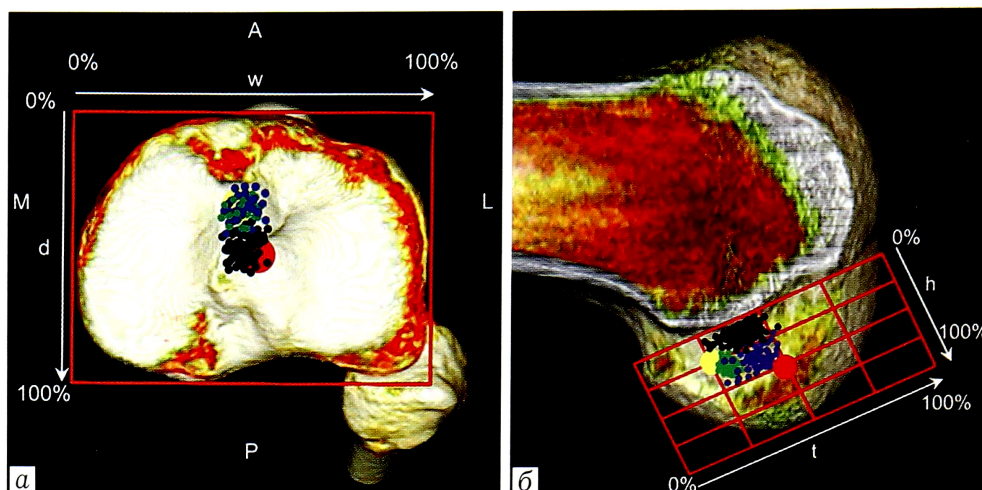


Рис. 3. Формирование бедренного туннеля с использованием переднемедиальной техники при помощи оригинального направителя.

а — разметка бедренного туннеля на расстоянии 7 мм от заднего и 7 мм от верхнего края ЛМБК (крестиком обозначен центр будущего туннеля при диаметре трансплантата 7 мм); *б* — установка кончика изогнутого шила в паз, соответствующий 7 мм, для формирования углубления в кости; *в* — установка направляющей спицы в сформированное углубление при помощи направителя с выносом 0 мм для последующего рассверливания туннеля; *г* — вид сформированного бедренного туннеля в проекции переднемедиальной части прикрепления ПКС.

Рис. 4. КТ-оценка локализации центров туннелей на большеберцовой (а) и бедренной (б) кости.

Желтым цветом выделена проекция переднемедиальной части прикрепления ПКС, красным — заднелатеральной части, черным — положение туннелей у пациентов 1-й группы, синим — 2-й группы, зеленым — 3-й группы.



РЕЗУЛЬТАТЫ

Рецидивы нестабильности коленного сустава выявлены у 16 обследованных, из них у 10 (9,7%) пациентов в 1-й группе, у 5 (9,6%) — во 2-й и у 1 (2,4%) — в 3-й. Данные больные не учитывались при оценке результатов, поскольку нашей целью было определить функцию трансплантата в зависимости от его положения. У остальных пациентов во всей выборке визуализировали однородный, зрелый, структурно оформленный трансплантат ПКС без признаков повреждения.

По данным КТ центр большеберцового туннеля у пациентов 1-й группы располагался в точке, соответствующей $45,7 \pm 5,5\%$ от глубины плато большеберцовой кости в переднезаднем направлении и $45,2 \pm 1,3\%$ от ширины плато в медиально-латеральном направлении. Во 2-й группе эти показатели составили $39,6 \pm 4,1$ и $45,6 \pm 2,1\%$, в 3-й группе — $41,6 \pm 2,5$ и $45,6 \pm 1,6\%$ соответственно (рис. 4, а). Статистически значимые различия по данному параметру выявлены между 1-й и 2-й, а также между 1-й и 3-й группами ($p < 0,05$).

При оценке положения бедренного туннеля с использованием квадрантного метода было выявлено, что у пациентов 1-й группы он располагался в точке, соответствующей $40,1 \pm 6,1\%$ от глубины ЛМБК в заднепереднем направлении и в $15,1 \pm 4,9\%$ от высоты ЛМБК в верхненижнем направлении, во 2-й группе — в $38,7 \pm 6,2$ и в $33,3 \pm 6,7\%$, в 3-й группе — $29,9 \pm 3,0$ и в $30,0 \pm 4,0\%$ соответственно (рис. 4, б). Все группы статистически значимо отличались друг от друга ($p < 0,05$).

При субъективной оценке результатов оперативного лечения не было выявлено статистически значимых различий между 1-й и 2-й группами по данным шкал-опросников IKDC-2000, KOOS и Lysholm. При этом в 3-й группе были получены более высокие результаты по всем использованным шкалам-опросникам ($p < 0,05$), кроме раздела «сложность выполнения

ежедневных бытовых действий» KOOS, по сравнению с остальными пациентами (рис. 5, 6).

Результаты объективного исследования представлены по пациентам, не имевшим рецидивов и обследованных в очной форме, т. е. по 76 пациентам 1-й группы, 37 — 2-й и 36 — 3-й (табл. 2).

По результатам артротомии у пациентов 3-й группы также были получены более высокие показатели по сравнению с остальными ($p < 0,05$). Так,

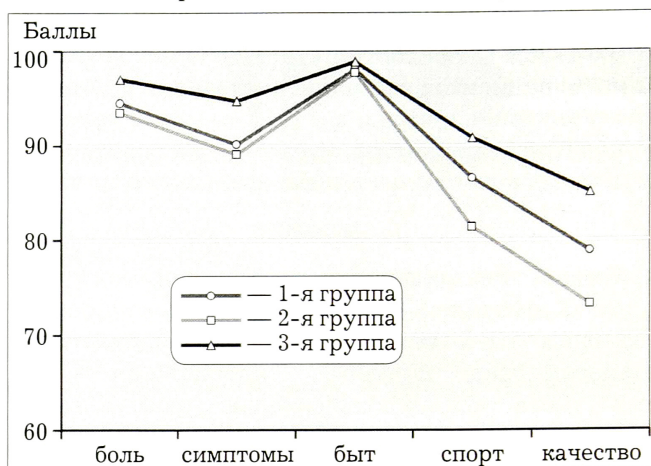


Рис. 5. Субъективные результаты оперативного лечения по данным шкалы KOOS.

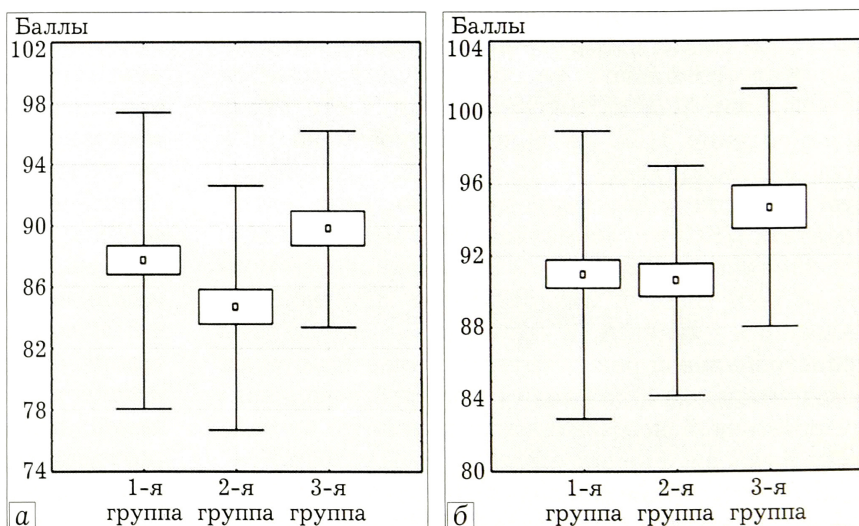


Рис. 6. Результаты субъективной оценки оперативного лечения по данным шкалы IKDC-2000 (а) и шкалы Lysholm (б).

Табл. 2. Результаты мануального тестирования

Показатель	1-я группа (n=76)	2-я группа (n=37)	3-я группа (n=36)	p_{1-2}	p_{1-3}	p_{2-3}
Тесты «переднего выдвижного ящика» и Лахмана						
– (от 0 до 2 мм)	33 (43%)	18 (49%)	32 (89%)	0,698	<0,01	<0,01
+	33 (43%)	12 (32%)	4 (11%)			
++ (от 6 до 10 мм)	10 (14%)	7 (19%)	–			
Тест pivot-shift						
– (ровный)	29 (36%)	18 (49%)	32 (89%)	0,441	<0,001	<0,01
+	29 (36%)	10 (27%)	4 (11%)			
++ (глухой звук)	18 (28%)	9 (24%)	–			

смещение голени относительно бедра на оперированной конечности при сравнении со здоровой стороной в 1-й группе было больше на $3,4 \pm 2,6$ мм, во 2-й — на $3,1 \pm 2,7$ мм, в 3-й — на $1,2 \pm 1,4$ мм. Статистический анализ показал значимые различия по результатам мануальных и инструментальных тестов смещения голени, которые были выше у пациентов 3-й группы.

По результатам тестирования с помощью функциональной шкалы оценки коленного сустава IKDC-2000 в 1-й группе к категории «А» (норма) были отнесены 30 (39%) обследованных, к категории «В» (близко к норме) — 29 (38%) и к категории «С» (плохо) — 17 (23%), во 2-й группе — 17 (46%), 11 (30%) и 9 (24%) соответственно. В 3-й группе у 32 (89%) пациентов состояние было оценено как соответствующее норме и у 4 (11%) — как близкое к норме. При этом различия между 3-й и остальными группами были статистически значимыми ($p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Выбор оптимального способа формирования костных туннелей при артроскопической реконструкции ПКС остается широко обсуждаемым вопросом среди хирургов. Традиционная транстибиальная техника, относительно простая и воспроизводимая, позволяет снизить частоту ошибок и длительность оперативного вмешательства [8]. Однако, по мнению ряда исследователей, она не всегда позволяет разместить костные туннели в проекции нормального прикрепления ПКС [8–10, 12]. При этом типичным положением туннелей после транстибиальной реконструкции является центральная или заднелатеральная часть места прикрепления ПКС на большеберцовой кости и проксимальная часть — на бедренной, что зачастую приводит к вертикальной ориентации трансплантата ПКС, что биомеханически менее выгодно [22, 23]. Наши исследования КТ-изображений подтверждают данные литературы о типичной локализации туннелей, а клинические результаты транстибиальной реконструкции свидетельствуют о значительной (62%) доле пациентов с явлениями остаточной нестабильности коленного сустава даже в условиях неповрежденного трансплантата.

По этой причине для повышения анатомичности расположения трансплантата было предложено независимое формирование бедренного и большеберцового костных туннелей, в том числе и при помо-

щи переднемедиальной техники [2, 6, 9]. По нашим данным, локализация большеберцового костного туннеля после транстибиальной и переднемедиальной техник существенно различалась, что соответствует результатам других авторов. Так, независимое сверление каналов характеризуется его позицией ближе к переднемедиальной (наиболее изометричной) части прикрепления ПКС, тогда как при одноступенчатой реконструкции он располагается ближе к задней трети [24]. При этом из-за более косой ориентации трансплантата в случае использования переднемедиальной техники не происходит его соударения с крышей межмыщелковой вырезки бедра при разогнутом коленном суставе, что может наблюдаться при передней локализации большеберцового туннеля при транстибиальной реконструкции [25].

Определенные трудности хирург испытывает на этапе разметки и формирования бедренного туннеля из-за отсутствия четких ориентиров, особенно в случаях застарелых повреждений и отсутствия культи ПКС. Передней границей бедренного прикрепления ПКС является латеральный межмыщелковый гребень, который может быть использован в качестве референтной структуры [26, 27]. При этом его интраоперационная визуализация не всегда возможна, особенно в случаях выполнения «нотч-пластики». По данным исследования, проведенного Д.А. Маланиным и соавт. [28], артроскопическая визуализация латерального межмыщелкового гребня была возможна у 94% пациентов. Другим способом разметки бедренного туннеля, который был применен нами при лечении пациентов 2-й группы, может служить методика, предложенная группой авторов во главе с С.Н. Brown [19]. Согласно их данным, центр бедренного прикрепления ПКС определяется на середине расстояния между передним и задним краями внутренней поверхности латерального мыщелка бедра, измеренного при помощи линейки. Однако использование данного способа не учитывает диаметр трансплантата, а также может приводить к ошибкам вследствие возможных проекционных искажений во время артроскопии. По результатам нашего исследования, данная методика у большинства пациентов позволила разместить бедренный туннель в проекции центра зоны нормального прикрепления ПКС. При этом у ряда больных наблюдались ошибки при его локализа-

ции, что отрицательно влияло на функциональные результаты.

Существуют штыкообразные бедренные направлятели, которые модифицированы для переднемедиальной техники. Недостатком их является то, что они не учитывают индивидуальную анатомию пациентов, а также не исключают возможности неправильной установки в суставе [29]. Другие авторы предлагают определять оптимальную позицию бедренного туннеля при помощи интраоперационной рентгеноскопии. Однако это требует наличия дополнительного оборудования и обуславливает дополнительную лучевую нагрузку [30]. Также в качестве референтной структуры для разметки туннеля предлагали использовать верхний край заднего контура хряща ЛМБК, что позволяло расположить его в центре анатомического прикрепления ПКС [29]. Для повышения точности локализации центра туннеля в проксимальной (изометрической) части места прикрепления ПКС мы использовали оригинальный направлятель, устанавливая его вдоль задневерхнего края хряща ЛМБК. Это позволяло проводить разметку с учетом диаметра трансплантата и индивидуальных особенностей пациента.

По данным литературы, частота хороших и отличных отдаленных результатов транстибиальной реконструкции ПКС варьирует от 50 до 97%, при этом лишь половина прооперированных возвращаются к привычному спортивному и физическому уровню [2, 31]. С целью улучшения результатов была обоснована и внедрена в клиническую практику концепция анатомичной реконструкции ПКС, одной из особенностей которой было расположение трансплантата в центрах прикрепления ПКС с замещением обоих функциональных пучков [5, 6, 13, 14]. Многочисленные биомеханические исследования показали, что центральное положение трансплантата ПКС обеспечивало более высокую ротационную стабильность сустава. Однако среднесрочные клинические результаты не выявили значительного улучшения исходов оперативного лечения [15, 16]. К тому же некоторые авторы сообщили об увеличении частоты рецидивов после переднемедиальной техники формирования костных туннелей. Рецидивы связывали с техническими ошибками, обусловленными большей сложностью переднемедиальной техники, или с избыточным натяжением трансплантата при его относительно анизометричном положении [17]. Как показало наше исследование, «центральное» размещение трансплантата ПКС на бедре (2-я группа пациентов) приводило к похожим функциональным результатам, как и после транстибиальной реконструкции, и выявлению остаточной нестабильности у 51% больных. Вероятно, неоптимальные исходы такого подхода обусловлены анизометричной позицией трансплантата ПКС и, как следствие, его растяжением после восстановления функции сустава.

Сравнительный анализ собственных результатов различных способов реконструкции ПКС по-

казал, что лучшие исходы были получены в группе пациентов, у которых бедренный туннель располагался в проксимальной части прикрепления ПКС. Предложенный направлятель для бедренного туннеля позволил более точно размещать центр туннеля в выбранном месте. Выбранные ориентиры туннелей и техника реконструкции ПКС обеспечили получение отличных результатов у 89% пациентов. Наши данные подтверждают мнение хирургов о преимуществе анатомично-изометричного положения воссозданной ПКС [18].

Заключение. Локализация бедренного туннеля в зоне переднемедиальной части прикрепления ПКС обеспечивает наилучшие функциональные результаты оперативного лечения. Использование в качестве ориентира задневерхнего контура внутренней поверхности ЛМБК при переднемедиальной технике позволяет повысить точность позиционирования и снизить риск ошибок при интраоперационной разметке бедренного туннеля.

Конфликт интересов: не заявлен.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Kim S., Bosque J., Meehan J.P. et al. Increase in outpatient knee arthroscopy in the United States: a comparison of National Surveys of Ambulatory Surgery, 1996 and 2006. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011; 93 (11): 994-1000. doi: 10.2106/JBJS.I.01618.
2. Altermann-Geli E., Lajara F., Samitier G., Cugat R. The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2010; 18 (8): 1013-37. doi: 10.1007/s00167-009-0964-0.
3. Gabler C.M., Jacobs C.A., Howard J.S. et al. Comparison of graft failure rate between autografts placed via an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction technique: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Am. J. Sports Med.* 2016; 44 (4): 1069-79. doi: 10.1177/0363546515584043.
4. Хоминец В.В., Рикун О.В., Шаповалов В.М. и др. Ревизионные реконструкции передней крестообразной связки при переднелатеральной ротационной нестабильности коленного сустава у военнослужащих. *Военно-медицинский журнал.* 2016; (6): 24-9 [Khominec V.V., Rikun O.V., Shapovalov V.M. et al. Revision anterior cruciate ligament of knee reconstruction in case of anterolateral rotation knee instability in servicemen. *Voenno-meditsinskii zhurnal.* 2016; (6): 24-9 (in Russian)].
5. Martins C.A.Q., Kropf E.J., Shen W. et al. The concept of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Oper. Tech. Sports Med.* 2008; 16 (3): 104-15. doi: 10.1053/j.otsm.2008.10.008.
6. Muller B., Duerr E.R.H., van Dijk C.N., Fu F.H. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction reducing anterior tibial subluxation. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016; 24 (9): 3005-10. doi: 10.1007/s00167-015-3612-x.
7. Chechik O., Amar E., Khashan M. et al. An international survey on anterior cruciate ligament reconstruction practices. *Int. Orthop.* 2013; 37 (2): 201-7. doi: 10.1007/s00264-012-1611-9.
8. Robin B.N., Jani S.S., Marvil S.C. et al. Advantages and disadvantages of transtibial, anteromedial portal, and outside-in femoral tunnel drilling in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic

- review. *Arthroscopy*. 2015; 31(7): 1412-9. doi: 10.1016/j.arthro.2015.01.018.
9. Gadikota H.R., Sim J.A., Hosseini A. et al. The relationship between femoral tunnels created by the transtibial, anteromedial portal, and outside-in techniques and the anterior cruciate ligament footprint. *Am. J. Sports Med.* 2012; 40 (4): 882-8. doi: 10.1177/0363546511434276.
 10. Kopf S., Forsythe B., Wong A.K. et al. Nonanatomic tunnel position in traditional transtibial single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction evaluated by three-dimensional computed tomography. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010; 92 (6): 1427-31. doi: 10.2106/JBJS.I.00655.
 11. Janssen R.P.A., du Mée A.V.F., van Valkenburg J. et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with 4-strand hamstring autograft and accelerated rehabilitation: a 10-year prospective study on clinical results, knee osteoarthritis and its predictors. *Knee Surg Sports Traumatol. Arthrosc.* 2013; 21 (9): 1977-88. doi: 10.1007/s00167-012-2234-9.
 12. 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 (7): 771-8.
 13. Kondo E., Merican A.M., Yasuda K., Amis A.A. Biomechanical comparison of anatomic double-bundle, anatomic single-bundle, and nonanatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am. J. Sports Med.* 2011; 39 (2): 279-88. doi: 10.1177/0363546510392350.
 14. Wang H., Fleischli J.E., Zheng N. Transtibial versus anteromedial portal technique in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: outcomes of knee joint kinematics during walking. *Am. J. Sports Med.* 2013; 41 (8): 1847-56. doi: 10.1177/0363546513490663.
 15. Bohn M.B., Sorensen H., Petersen M.K. et al. Rotational laxity after anatomical ACL reconstruction measured by 3D-motion analysis: a prospective randomized trial comparing anatomic and nonanatomic ACL reconstruction techniques. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2015; 23 (12): 3473-81. doi: 10.1007/s00167-014-3156-5.
 16. Shea K.G., Carey J.L., Richmond J. et al. Management of anterior cruciate ligament injuries. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2015; 97 (8): 672-6. doi: 10.2106/JBJS.N.01257.
 17. Rahr-Wagner L., Thillemann T.M., Pedersen A.B., Lind M.C. Increased risk of revision after anteromedial compared with transtibial drilling of the femoral tunnel during primary anterior cruciate ligament reconstruction: results from the Danish knee ligament reconstruction register. *Arthroscopy*. 2013; 29 (1): 98-105. doi: 10.1016/j.arthro.2012.09.009.
 18. Pearle A.D., McAllister D., Howell S.M. Rationale for strategic graft placement in anterior cruciate ligament reconstruction: I.D.E.A.L. femoral tunnel position. *Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ)*. 2015; 44 (6): 253-8.
 19. Brown C.H.Jr., Spadling T., Robb C. Medial portal technique for single-bundle anatomical anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. *Int. Orthop.* 2013; 37 (2): 253-69. doi: 10.1007/s00264-012-1772-6.
 20. Tsukada H., Ishibashi Y., Tsuda E. et al. Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints. *J. Orthop. Sci.* 2008; 13 (2): 122-9. doi: 10.1007/s00776-007-1203-5.
 21. Bernard M., Hertel P., Hornung H., Cierpinski T. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am. J. Knee Surg.* 1997; 10 (1): 14-22.
 22. Wolf B.R., Ramme A.J., Britton C.L., Amendola A. Anterior cruciate ligament tunnel placement. *J. Knee Surg.* 2014; 27 (4): 309-17. doi: 10.1055/s-0033-1364101.
 23. Nawabi D.H., Tucker S., Schafer K.A. et al. ACL fibers near the lateral intercondylar ridge are the most load bearing during stability examinations and isometric through passive flexion. *Am. J. Sports Med.* 2016; 44 (10): 2563-71. doi: 10.1177/0363546516652876.
 24. Keller T.C., Tompkins M., Economopoulos K. et al. Tibial tunnel placement accuracy during anterior cruciate ligament reconstruction: independent femoral versus transtibial femoral tunnel drilling techniques. *Arthroscopy*. 2014; 30 (9): 1116-23. doi: 10.1016/j.arthro.2014.04.004.
 25. Muneta T., Yamamoto H., Ishibashi T. et al. The effects of tibial tunnel placement and roofplasty on reconstructed anterior cruciate ligament knees. *Arthroscopy*. 1995; 11 (1): 57-62.
 26. Сучилин И.А., Маланин Д.А., Краюшкин А.И. и др. Анатомические ориентиры межмышечковой ямки бедренной кости при пластике передней крестообразной связки. *Вестник ВолГМУ*. 2012; 42 (2): 63-5 [Suchilin I.A., Malanin D.A., Kraushkin A.I. et al. Anatomical landmarks of the femoral intercondylar space in anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of VolgGMU*. 2012; 42 (2): 63-5 (in Russian)].
 27. Feretti M., Ekdahl M., Shen W., Fu F.H. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy*. 2007; 23 (11): 1218-25. doi: 10.1016/j.arthro.2007.09.008.
 28. Маланин Д.А., Сучилин И.А., Демещенко М.В., Черезов Л.Л. Формирование бедренного туннеля при артроскопической пластике передней крестообразной связки с использованием референтных анатомических структур межмышечковой ямки. *Травматология и ортопедия России*. 2013; 69 (3): 22-8 [Malanin D.A., Suchilin I.A., Demeschenko M.V., Tscherezov L.L. Femoral tunnel formation using reference anatomical structures of the femoral intercondylar space during anterior cruciate ligament reconstruction. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2013; (3): 22-8 (in Russian)]. doi: 10.21823/2311-2905-2013-3-22-28.
 29. Hart A., Han Y., Martineau P.A. The apex of the deep cartilage: a landmark and new technique to help identify femoral tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2015; 31 (9): 1777-83. doi: 10.1016/j.arthro.2015.03.026.
 30. Загородный Н.В., Радыш И.И., Невверкович А.С. Использование компьютерной навигации при реконструкции передней крестообразной связки. *Технологии живых систем*. 2011; 8 (3): 15-9 [Zagorodniy N.V., Radysh I.I., Neverkovich A.S. Computer-assisted knee anterior cruciate ligament arthroscopy reconstruction. *Technologies of living system*. 2011; 8 (3): 15-9 (in Russian)].
 31. Ardern C.L., Taylor N.F., Feller J.A., Webster K.E. Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am. J. Sports Med.* 2012; 40 (1): 41-8. doi: 10.1177/0363546511422999.

Сведения об авторах: Банцер С.А. — аспирант РНИИТО им. Р.Р. Вредена; Тихилов Р.М. — доктор мед. наук, профессор, директор РНИИТО им. Р.Р. Вредена, профессор кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ СЗГМУ им. И.И. Мечникова; Трачук А.П. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. РНИИТО им. Р.Р. Вредена; Богопольский О.Е. — врач травматолог-ортопед отделения № 5 РНИИТО им. Р.Р. Вредена; Рыбин А.В. — канд. мед. наук врач травматолог-ортопед Больницы Св. Георгия; Шулепов Д.А., Салихов М.Р. — кандидаты мед. наук, младшие науч. сотрудники отделения спортивной травматологии и реабилитации РНИИТО им. Р.Р. Вредена.

Для контактов: Банцер Сергей Александрович. E-mail: sergeibantser@gmail.com.

Contact: Bantser Sergei A. — postgraduate, RSRI of TO n.a after R.R. Vreden. E-mail: sergeibantser@gmail.com.