

АНТЕРОЛАТЕРАЛЬНАЯ СВЯЗКА КОЛЕННОГО СУСТАВА КАК ВАЖНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР РОТАЦИОННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

А.А. Эпштейн¹, А.П. Призов¹, Ф.Л. Лазко¹, Н.В. Загородний¹, А.А. Ахпашев^{1,2}

¹ Медицинский институт Российского университета дружбы народов, Москва, Российская Федерация

² Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России», Москва, Российская Федерация

В настоящее время пластика передней крестообразной связки является одной из самых популярных операций на коленном суставе, но, несмотря на отработанную годами технику, отмечается высокий процент неудовлетворительных отдаленных послеоперационных результатов, достигающий, по данным разных авторов, 25%. Озабоченность указанной проблемой привела к увеличению числа исследований, направленных на поиск понимания причин таких неудач. Большинство исследователей пришли к выводу, что неудовлетворительные результаты связаны с нестабильностью в коленном суставе, которая вызвана повреждением обнаруженной на множестве диссекций связочной структуры — антеролатеральной связки. В представленном литературном обзоре проанализированы статьи, касающиеся анатомической и гистологической структуры, биомеханики антеролатеральной связки, а также ее роли в переднелатеральной стабильности сустава. Рассматриваются хирургические методы коррекции переднелатеральной нестабильности, связанные с повреждением антеролатеральной связки.

Ключевые слова: артроскопия, коленный сустав, антеролатеральная связка, передняя крестообразная связка.

(Для цитирования: Эпштейн А.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л., Загородний Н.В., Ахпашев А.А. Антеролатеральная связка коленного сустава как важный стабилизатор ротационной нестабильности коленного сустава. *Клиническая практика*. 2019; 10(1):72–80. doi: 10.17816/clinpract10172–80)

ANTEROLATERAL LIGAMENT AS A MAIN STABILIZING STRUCTURE OF ROTATIONAL STABILITY OF THE KNEE JOINT

A.A. Epshtein¹, A.P. Prizov¹, F.L. Lazko¹, N.V. Zagorodniy¹, A.A. Akhpashev^{1,2}

¹ Peoples Friendship University of Russia, Medical Institute, Moscow, Russian Federation

² Academy of Postgraduate Education under the FSBU «Federal Scientific and Clinical Center

for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency», Moscow, Russian Federation

Currently, anterior cruciate ligament grafting is one of the most popular operations on the knee joint, but despite the fact that the technique has been used for years, there is a high percentage of unsatisfactory long-term postoperative results, reaching 25%, according to various authors. The concern over this problem has led to an increase in the number of studies aimed at the understanding of the causes of these failures. Most researchers have concluded that the unsatisfactory results are associated with instability in the knee joint, which is caused by the damage of a ligamentous structure found in many dissections, namely, anterolateral ligament (ALL). In this literature review, we have analyzed the articles dedicated to the ALL, its anatomical and histological structure, its biomechanics, as well as its role in the anterolateral stability of the joint. Also in this review we consider the existing surgical methods for the correction of anterolateral instability associated with the ALL damage.

Keywords: arthroscopy, knee surgery, anterolateral ligament, anterior cruciate ligament.

(For citation: Epshtein AA., Prizov AP., Lazko FL., N.V. Zagorodniy, Akhpashev AA. Anterolateral Ligament as a Main Stabilizing Structure of Rotational Stability of the Knee Joint. *Journal of Clinical Practice*. 2019; 10(1):72–80. doi: 10.17816/clinpract10172–80)

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ РОТАЦИОННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Стабильность коленного сустава в норме достигается за счет одновременного взаимодействия множества структур — мышечков бедренной и большеберцовой костей, менисков, а также благодаря пассивным поддерживающим структурам, в частности четырем основным связкам — передней крестообразной, задней крестообразной, медиальной коллатеральной и латеральной коллатеральной. Немаловажную роль играют заднемедиальные и заднелатеральные капсульные структуры, илиотибиальный тракт и мышцы, обеспечивающие дополнительную динамическую стабильность [1].

Нестабильность коленного сустава зачастую бывает обусловлена повреждением связочного аппарата. Большинство авторов выделяют медиальную, латеральную, переднюю и заднюю нестабильность, а при сочетании нескольких типов — комбинированную. Стоит учитывать, что комплексная нестабильность в различных плоскостях складывается из перечисленных выше типов нестабильности, а если они не корректируются, то восстановить нормальную биомеханику в коленном суставе невозможно.

В классификации J. Nicholas [2] выделено 4 типа комбинированной (комплексной) нестабильности, а именно переднемедиальная, переднелатеральная, заднемедиальная и заднелатеральная. Данная классификация основана на определении точки вращения коленного сустава, которая в норме проходит через центр сустава и в направлении скольжения плато большеберцовой кости относительно бедра. Соответственно, при передненаружней (антеролатеральной) комплексной нестабильности внутренняя ротация вызывает переднее смещение тибиаляного плато, а точка вращения располагается в переднемедиальном квадранте, при заднемедиальной — вертикальная ось находится в задненаружном квадранте, а суставное плато большеберцовой кости направлено кзади и медиально. На практике чаще всего выявляется комбинированная передненаружная-передневнутренняя нестабильность, определяемая положительными тестами «переднего выдвижного ящика», Pivot-shift (тест Макинтоша), а также вальгусным и варусным стресс-тестами [3].

Передняя крестообразная связка, прикрепляясь к передней межмышцелковой ямке больше-

берцовой кости по краю внутреннего мышцелка и между передним рогом внутреннего мениска спереди и наружного мениска сзади, проходит косо кверху и кнаружи и крепится к узкой полоске на внутренней части наружного мышцелка бедренной кости, устремляясь далее вертикально по самой задней поверхности суставного хряща [4]. Передняя крестообразная связка состоит из трех пучков — передневнутреннего, задненаружного и промежуточного, однако отдельные авторы выделяют дополнительный, четвертый, пучок — антеролатеральный [5]. Разная длина пучков, а также различия в их точках фиксации к бедренной и большеберцовой костям коррелируют с длиной и эластичностью каждого пучка во время движения: при разогнутом колене они почти параллельны друг другу, если смотреть на них сбоку, и перекрещиваются — если смотреть спереди; при согнутом колене передневнутренний пучок удлиняется, задненаружный — укорачивается.

Хорошо известно, что передняя крестообразная связка является основным ограничителем переднезаднего смещения тибиаляного плато. Помимо сгибания и разгибания в коленном суставе, происходит дополнительная ротация голени кнутри в связи с анатомической дисконгруэнтностью суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей [6]. Наружный отдел сустава более подвижен за счет отсутствия жесткой фиксации к капсуле сустава в области мениска, которая четко прослеживается с внутренней стороны. Подвижность наружного компартмента сустава возрастает при увеличении нагрузки ввиду анатомического строения наружного и внутреннего отдела плато большеберцовой кости: при увеличении нагрузки вогнутость медиального отдела стабилизирует медиальный мышцелок бедренной кости, в то время как наружный отдел остается нестабилизированным [7]. Таким образом, при нагрузке переднее смещение тибиаляного плато сопровождается внутренним вращением большеберцовой кости («связанное вращение») [8]. Соответственно, при повреждении передней крестообразной связки данное внутреннее вращение голени будет лишь усиливаться.

На сегодняшний день пластика передней крестообразной связки остается одной из самых популярных артроскопических операций на коленном суставе, но частота неудовлетворительных результатов, несмотря на наличие отработанных

методик и использование современного инструментария, составляет, по результатам разных авторов, от 69 до 95% [9]. В связи с этим увеличилось число исследований, направленных на понимание причин этих неудач.

Наружная нестабильность коленного сустава связана с повреждением не только малоберцовой коллатеральной связки, но и антеролатеральных структур коленного сустава. В данном структурном комплексе можно выделить три слоя:

- 1) илиотибиальный тракт и сухожилие двуглавой мышцы бедра;
- 2) наружный удерживатель и наружная пателлофemorальная связка;
- 3) малоберцовая коллатеральная связка, поплитеофибулярная связка, подколенная мышца и ее сухожилия с дугообразным связочным комплексом.

Илиотибиальный тракт располагается между надмыщелковым бугорком и бугорком Жерди (Jerdy). Этот стабилизатор имеет три точки прикрепления — к наружному краю надколенника, связке надколенника, наружному мыщелку большеберцовой кости в области бугорка Жерди.

По мнению многих ученых, главная роль в стабилизации коленного сустава отведена нижней части тракта, крепящейся к бугорку Жерди, которая, по сути, является передненааружной связкой сустава. При сгибании сустава илиотибиальный тракт утолщается и смещается кзади, участвуя в наружной ротации и заднем смещении голени. В момент разгибания илиотибиальный тракт смещается кпереди и служит важнейшим препятствием для приведения голени и ее чрезмерной ротации. Однако с недавнего времени благодаря исследованиям биомеханической функции антеролатеральной связки коленного сустава немаловажную роль в стабилизации коленного сустава стали отводить именно ей [10].

АНТЕРОЛАТЕРАЛЬНАЯ СВЯЗКА В СТАБИЛИЗАЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА: ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Впервые в истории антеролатеральная связка была описана в 1879 г. французским хирургом Полем Сегундом (P. Segond) [11], который назвал ее «жемчужной связкой» (pearly band). Ученый предположил, что в передней части коленного сустава человека есть мягкотканная структура, дополнительное «жемчужное, устойчивое, волокнистое образование», крепящееся к бугорку

Жерди на большеберцовой кости и к наружному надмыщелку на бедренной кости. Данное открытие подтверждалось серией рентгенограмм, на которых был запечатлен авульсивный перелом в области наружного мыщелка большеберцовой кости, клиническая картина представляла собой повреждение передней крестообразной связки. В дальнейшем данный перелом получил эпонимичное название — перелом Сегунда [11]. Однако в течение длительного времени предположение о наличии дополнительной структуры, контролирующей ротационную стабильность голени, не находило применения в практике врачей-ортопедов.

Только в 1979 г. доктор Hughston, вдохновленный работами П. Сегунда, вновь обратил внимание на корреляцию картины повреждения передней крестообразной связки и авульсивного перелома наружного мыщелка бедренной кости и возникающую при этом комплексную передневноутреннюю ротационную нестабильность коленного сустава [12]. Патогномоничность данного перелома была подтверждена и более поздними работами [13, 14].

S. Claes с соавт. [10] проведено кадаверное исследование на 41 непарном коленном материале: 22 колена были мужскими, 19 — женскими; средний возраст смерти составлял 79 лет. Критериями исключения являлись выраженные признаки остеоартроза, в т.ч. пателлофemorального, наличие выраженных остеофитов, а также данные о повреждении передней крестообразной связки в анамнезе. По результатам исследования, в 97% случаев (40 из 41) была обнаружена четкая связочная структура, находящаяся на переднебоковой поверхности коленного сустава, имеющая точки фиксации на голени и бедре. Структура данной связки визуально отличалась от структуры стенки капсулы сустава, располагающейся перед ней. Во всех случаях начало данной связки располагалось на наружном надмыщелке бедренной кости, немного кпереди от точки крепления наружной коллатеральной связки и проксимальнее и кзади от подколенного сухожилия. Далее прослеживается косо направленное продвижение связки в сторону переднебоковой поверхности большеберцовой кости; на уровне пересечения с наружным мениском имеется ее прикрепление, после чего она окончательно фиксируется в точке, находящейся на середине расстояния между головкой малоберцовой кости и бугорком Жерди, не переплетаясь при этом с волокнами илиотибиального тракта (по данным

В настоящий момент широко используется несколько методик. Одна из них заключается в выкраивании из илиотибиального тракта несвободного лоскута длиной около 8 см и шириной порядка 1,5 см, с дальнейшим его проксимальным отсечением, проведением под наружной коллатеральной связкой и фиксацией в области наружного надмыщелка бедренной кости с использованием различных фиксаторов.

Предложена методика одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава [24], т. е. выполнение после стандартной пластики передней крестообразной связки (ПКС) экстраартикулярной пластики антеролатеральной связки из сухожилия нежной мышцы. В данной методике фиксация трансплантата, выполненного из сухожилия нежной мышцы в костных каналах, выполняется при помощи различных биодеградируемых винтовых фиксаторов. При проведении трансплантата он, в виде перевернутого V-образного тяжа фиксируется сначала в наружном надмыщелке бедренной кости, а затем, после предварительной проверки изометрии, двумя винтами на большеберцовой кости: одним — в бугорок Жерди, вторым — на середине расстояния между головкой малоберцовой кости и бугорком Жерди; проведение к точкам фиксации на большеберцовой кости производится подкожно. Окончательная фиксация производится при сгибании коленного сустава под углом 30°.

Широкое распространение получила и методика, допускающая как изолированное восстановление антеролатеральной связки, так и комбинированное — с одномоментной пластикой передней крестообразной связки при ее несостоятельности.

В нашей практике мы использовали два основных вида экстраартикулярной пластики антеролатеральной связки:

- 1) тенодез средне-нижней порции илиотибиального тракта применялся в тех случаях, когда имела место остаточная ротационная нестабильность большеберцовой кости у пациентов, ранее перенесших пластику ПКС и имеющих сохраненный трансплантат;
- 2) пластика антеролатеральной связки при помощи несвободного синтетического аугмента-усилителя, вшитого в ауто трансплантат ПКС, для ревизионной пластики ПКС у пациентов после первичной пластики с несостоятельностью ауто трансплантата либо у пациентов с имеющейся изначально комбинированной нестабильностью коленного сустава (передне-внутренняя и передняя трансляция большеберцовой кости).

Основными жалобами пациентов с пластикой антеролатеральной связки являются боль при сгибании коленного сустава в момент смещения плато большеберцовой кости кнутри, ограничение в связи с этим физической и повседневной активности и невозможность вернуться к привычному для себя уровню физической активности (или хотя бы уровню активности до травмы).

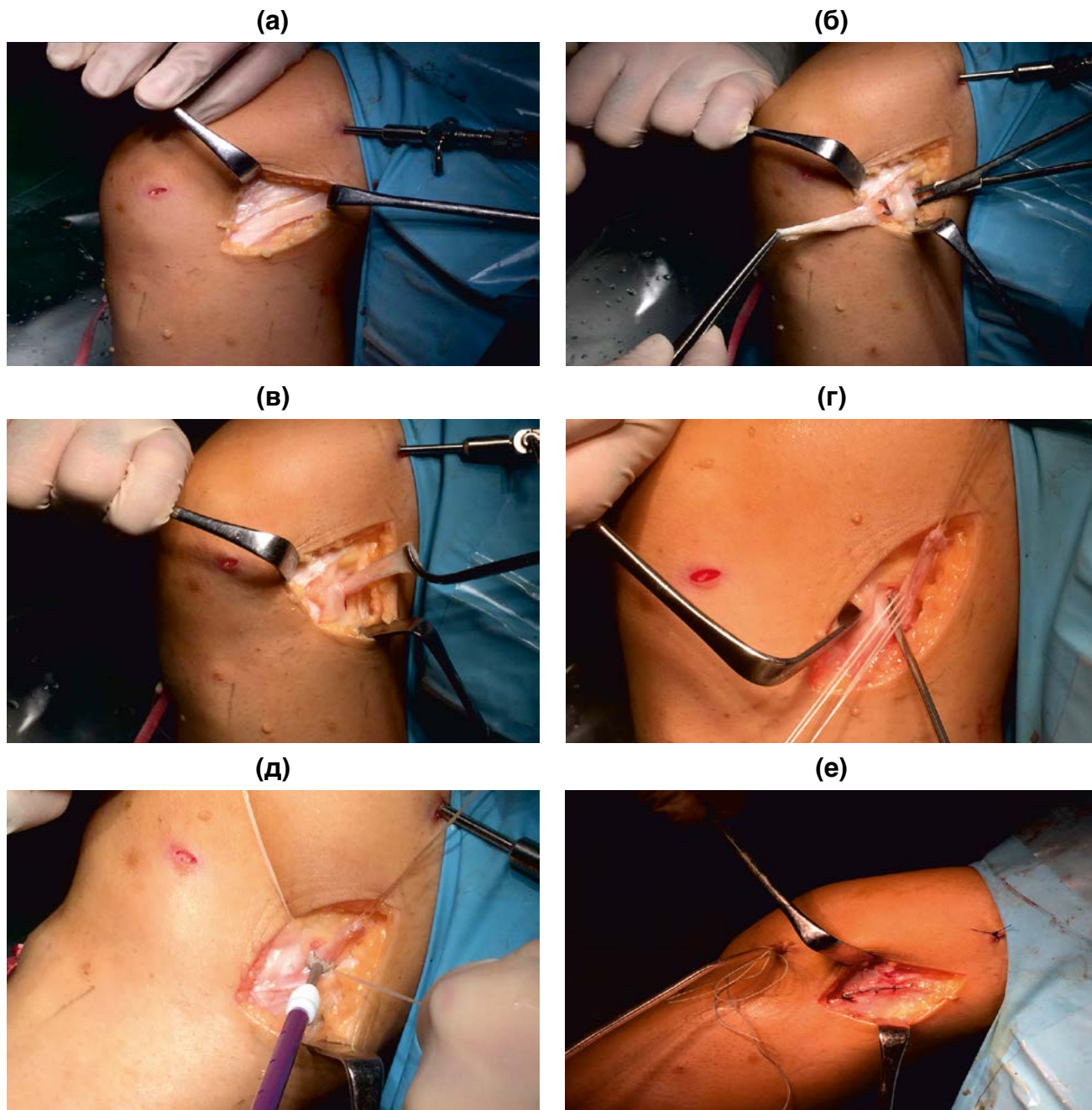
При выполнении изолированной пластики ПКС мы использовали трансплантат из средне-нижней порции илиотибиального тракта длиной ~8 см, отсеченного проксимально. После отсечения прошитый несвободный трансплантат проводился под наружной коллатеральной связкой и фиксировался в предварительно сформированном канале в области наружного надмыщелка бедренной кости биодеградируемым фиксатором (отображение основных этапов операции на рис. 1).

Второй группе пациентов проводилась одномоментная пластика ПКС и антеролатеральной связки коленного сустава с использованием ауто сухожилий и синтетического полиэфестерового аугмента. Первым этапом выполнялась ревизионная артроскопия коленного сустава с последующим забором сухожилий задней группы мышц бедра (hamstring), точка фут-принта которых находится на переднемедиальной поверхности верхней трети голени. Затем проводилась обработка полученных сухожилий нежной и полусухожильной мышц и формирование из них ауто трансплантата с вшиванием в него синтетического полиэфестерового аугмента-усилителя (рис. 2а).

При изготовлении трансплантата, после вшивания в него полиэфестерового усилителя мы оставляли удлиненный участок последнего для дальнейшего его проведения из канала бедра к точке нативного прикрепления наружной переднебоковой связки, имеющей срединное положение между бугорком Жерди и головкой малоберцовой кости.

Каналы в большеберцовой кости и наружном мыщелке бедренной кости для проведения трансплантата ПКС формировались согласно стандартным методикам. Затем следовало проведение трансплантата по методике снаружи-внутри (рис. 2б) с погружением в бедренный канал на 2,5 см; фиксация сухожильной части трансплантата в бедре биокомпозитным винтом; после артроскопического контроля изометричности сформированной связки — фиксация ее дистально с помощью гильзы и биоинтегрируемого винта, и в заключении свободный конец полиэфестерового аугмента выводился в область доступа к бедренному винту снаружи (рис. 2в).

Рис. 1. Этапы экстраартикулярного тенодеза илиотибиального тракта при пластике антеролатеральной связки



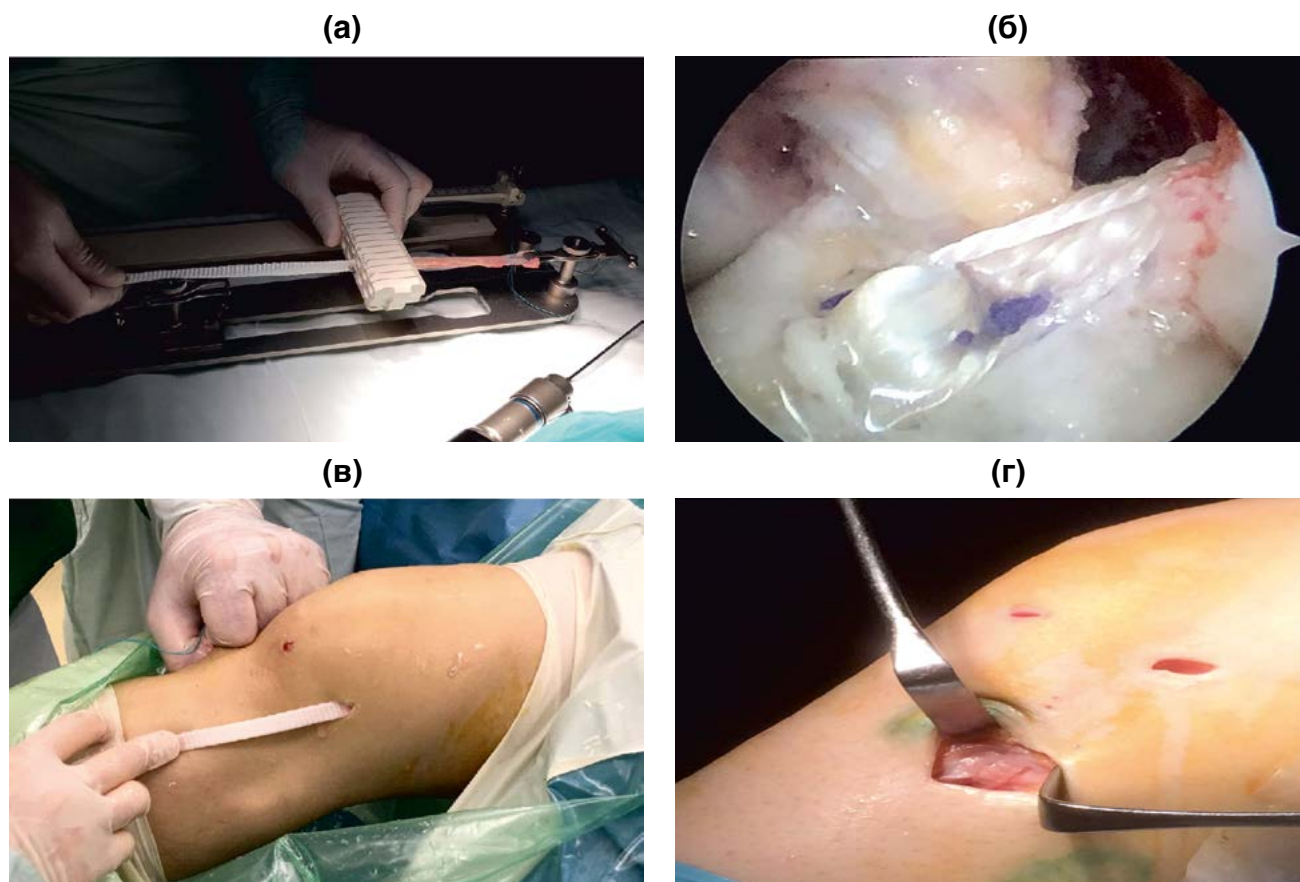
Примечание. (а) — выкраивание лоскута из средне-нижней порции илиотибиального тракта, (б) — выделение наружной коллатеральной связки перед проведением высеченного трансплантата, (в) — проведение трансплантата под наружной коллатеральной связкой, (г) — формирование канала в наружном надмыщелке бедренной кости), (д) — фиксация уложенного в канал трансплантата с помощью биодеградируемого фиксатора в области наружного надмыщелка бедренной кости, (е) — окончательный вид операционного поля.

Оперируемую нижнюю конечность фиксировали в согнутом в коленном суставе положении под углом 30°. В точке нативной фиксации антеролатеральной связки, занимающей срединное положение между бугорком Жерди и головкой малоберцовой кости, выполняли дополнительный разрез до 1,0 см с целью формирования внутрикостного

канала для фиксации трансплантата. Оставшийся свободный непрошитый конец трансплантата, состоящий только из полиэфестерового аугмента, выводился подкожно в зону сформированного канала, и после предварительной проверки изометрии выполнялась окончательная фиксация его в канале* (рис. 2г).

* На описанную технику операции подан патент РФ (заявка № 83/ПМ от 29.01.2018).

Рис. 2. Этапы выполнения одномоментной пластики передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава



Примечание. (а) — вид сформированного трансплантата передней крестообразной связки из хамстринг-сухожилий со вшитым в него полиэфестеровым аугментом, (б) — артроскопический контроль проведения трансплантата в полости сустава, (в) — выведенный изнутри наружу свободный конец трансплантата, состоящий только из синтетического усилителя, для выполнения пластики антеролатеральной связки, (г) — окончательный вид операционного поля после фиксации антеролатеральной связки в точке нативного расположения.

Послеоперационная реабилитация выполнялась по стандартному протоколу для пациентов с повреждением передней крестообразной связки. Занятия видами спорта, не сопряженные с крутящими движениями в коленном суставе, разрешаются начиная с 4-го месяца с момента операции, неконтактными видами спорта — через 6 мес., контактными — через 9 мес.

При оценке послеоперационных результатов через 6 и 12 мес в обеих группах наблюдалось качественное улучшение состояния оперированных коленных суставов: 71% (10 из 14) пациентов через 6 мес отметили снижение болевых ощущений в оперированном коленном суставе при выполнении ротационно-сгибательных движений; Pivot-shift тест был отрицательным у 10 пациентов; согласно визуально-аналоговой шкале, изначальный 7-балльный уровень в послеоперационном периоде поднялся до 8,5 к 6-му месяцу наблюдений.

Через 12 мес 93% (13 из 14) пациентов указали на полное отсутствие жалоб, Pivot-shift тест был отрицателен так же у 13 из 14 пациентов; отмечалось повышение результатов с 76 ± 4 баллов дооперационном периоде до 87 ± 6 спустя 1 год с момента операции по шкале качества жизни KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score).

После оценки клинических результатов прооперированной группы становятся ясными, на наш взгляд, важность восстановления стабильности коленного сустава во всех плоскостях, а также необходимость более тщательной диагностики сопутствующих повреждений экстракапсулярных структур коленного сустава, которые играют немаловажную роль в сохранении нативной биомеханики движений в коленном суставе. Одномоментное восстановление ПКС и антеролатеральной связки дает возможность при проведении стандартного реабилитационного курса лечения избежать сохранения

остаточной ротационной нестабильности в коленном суставе, что позволит пациентам быстрее вернуться к привычному образу жизни и уровню спортивной активности, а также предотвратит более раннее развитие остеоартроза поврежденного коленного сустава за счет восстановления стабильности во всех плоскостях движения.

В настоящий момент в связи с увеличением количества оперативных вмешательств по поводу несостоятельности ПКС, зачастую с неудовлетворительными результатами первичной пластики, а также с учетом более детального подхода к хирургии ПКС все большую важность приобретают методики дополнительного экстраартикулярного тенodesирования. Основные оперативные технологии были предложены более 30 лет назад, но в настоящий момент в арсенале хирургов имеется достаточное количество их доработанных модификаций, которые позволяют уменьшить вероятность повторного оперативного вмешательства, связанного с сохранением остаточной нестабильности коленного сустава после первичной пластики ПКС, решить проблему остаточной ротационной нестабильности у пациентов с сохраненным трансплантатом ПКС и с большей вероятностью сохранить целостность трансплантата ПКС при его ревизионной пластике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая анатомические особенности расположения антеролатеральной связки, было установлено, что она служит важным ограничителем внутренней ротации большеберцовой кости. Неустранение причины ротационной нестабильности коленного сустава, даже в комбинации с правильно выполненной, анатомически выверенной реконструкцией передней крестообразной связки, может служить причиной неудовлетворительных результатов после оперативного вмешательства.

Антеролатеральный тенodes — легкодоступное оперативное вмешательство, выполняемое как изолированно, так и совместно с пластикой центрального стабилизатора — ПКС, что позволяет максимально сохранить нативную биомеханику коленного сустава.

Важным моментом является отслеживание результатов у пациентов после выполнения пластики антеролатеральной связки как изолированно, так и в комбинации с пластикой передней крестообразной связки; также необходимы дальнейшие исследования биомеханических свойств данной связки для совершенствования техники ее восстановления и сохранения «анатомической точности» при ее пластике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kakarlapudi TK, Bickerstaff DR. Knee instability isolated and complex. *West J Med.* 2001; 174(4): 266–272.
2. Nicholas JA. The five one reconstruction for antero medial instability of the knee. Indications, technique, and the results in fifty-two patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1973;55(5):899–922.
3. Гиршин С.Г., Лазишвили Г.Д., Дубров В.Э. *Повреждения и заболевания мышц, сухожилий и связок (клинический опыт и обзор литературы)*. — М.: ИПК Дом книги; 2013. — С. 248–250. [Girshin SG, Lazishvili GD, Dubrov VE. *Povrezhdeniya i zabolevaniya myshts, sukhozhielij i svyazok (klinicheskij opyt i obzor literatury)*. Moscow: IPK Dom knigi; 2013. pp. 248–250. (In Russ).]
4. Капанджи А.И. *Нижняя конечность. Функциональная анатомия*. 6-е изд. Т.2. — М.: Эксмо; 2009. — 313 с. [Kapandzhi AI. *Nizhnyaya konechnost'. Funktsional'naya anatomiya*. 6th ed. Vol. 2. Moscow: Eksmo; 2009. 313 p. (In Russ).]
5. Garrett JC, Stensen RN. Meniscal transplantation in the human knee: a preliminary report. *Arthroscopy.* 1991;7(1):57–62.
6. Amis AA, Bull MJ, Lie DT. Biomechanics of rotational instability and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Oper Tech Orthop.* 2005;15(1):29–35. doi: 10.1053/j.oto.2004.10.009.
7. Slocum DB, Larson RL. Rotatory instability of the knee. Its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. *J Bone Joint Surg Am.* 1968;50(2):211–225. doi: 10.2106/00004623-196850020-00001.
8. Zantop T, Schumacher T, Diermann N, et al. Anterolateral rotational knee instability: role of posterolateral structures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127(9):743–752. doi: 10.1007/s00402-006-0241-3.
9. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, et al. Arthroscopic anterior ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med.* 2003;31(1):2–11. doi: 10.1177/03635465030310011501.
10. Claes S, Vereecke E, Maes M, et al. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat.* 2013;223(4):321–328. doi: 10.1111/joa.12087.
11. Segond P. Recherches cliniques et experimentales sur les epanchements sanguins du genou par entorse. *Prog Med.* 1879;16:297–341 [Segond fracture].
12. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(2):173–179. doi: 10.2106/00004623-197658020-00002.

13. Goldman AB, Pavlov H, Rubenstein D. The Segond fracture of the proximal tibia: a small avulsion that reflects major ligamentous damage. *AJR Am J Roentgenol.* 1988;151(6):1163–1167. doi: 10.2214/ajr.151.6.1163.
14. Hess T, Rupp S, Hopf T, et al. Lateral tibial avulsion fractures and disruptions to the anterior cruciate ligament. A clinical study of their incidence and correlation. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(303):193–197. doi: 10.1097/00003086-199406000-00025.
15. Campos JC, Chung CB, Lektrakul N, et al. Pathogenesis of the Segond fracture: anatomic and MR imaging evidence of an iliotibial tract or anterior oblique band avulsion. *Radiology.* 2001;219(2):381–386. doi: 10.1148/radiology.219.2.r01ma23381.
16. Haims AH, Medvecky MJ, Pavlovich R Jr, Katz LD. MR imaging of the anatomy of and injuries to the lateral and posterolateral aspects of the knee. *AJR Am J Roentgenol.* 2003;180(3):647–653. doi: 10.2214/ajr.180.3.1800647.
17. Vincent JP, Magnussen RA, Gezmez F, et al. The anterolateral ligament of the human knee: an anatomic and histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(1):147–152. doi: 10.1007/s00167-011-1580-3.
18. Catherine 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. doi: 10.1007/s00167-014-3117-z.
19. Tancja AK, Miranda FC, Braga CA, et al. MRI features of the anterolateral ligament of the knee. *Skeletal Radiol.* 2015;44(3):403–410. doi: 10.1007/s00256-014-2052-x.
20. Helito CP, Demange MK, Bonadio MB, et al. Anatomy and histology of the knee anterolateral ligament. *Orthop J Sports Med.* 2013;1(7):2325967113513546. doi: 10.1177/2325967113513546.
21. Parsons EM, Gee AO, Spiekerman C, Cavanagh PR. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med.* 2015;43(8):NP22. doi: 10.1177/0363546515597218.
22. Meredick RB, Vance KJ, Appleby D, Lubowitz JH. Outcome of single-bundle versus double-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament: a meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2008;36(7):1414–1421. doi: 10.1177/0363546508317964.
23. Slette EL, Mikula JD, Schon JM, et al. Biomechanical results of lateral extra-articular tenodesis procedures of the knee: a systematic review. *Arthroscopy.* 2016;32(12):2592–2611. doi: 10.1016/j.arthro.2016.04.028.
24. Sonnery-Cottet B, Barbosa NC, Tuteja S, et al. Minimally invasive anterolateral ligament reconstruction in the setting of anterior cruciate ligament injury. *Arthrosc Tech.* 2016;5(1):e211–215. doi: 10.1016/j.eats.2015.11.005.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Эпштейн Алёна Александровна

аспирант кафедры травматологии и ортопедии

Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»;

e-mail: alena.epshtein@gmail.com, **SPIN-код:** 7418-8327, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4176-7489>

Призов Алексей Петрович

канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии

Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»;

e-mail: aprizov@yandex.ru, **SPIN-код:** 6979-6480, **ORCID:** 0000-0003-3092-9753

Лазко Фёдор Леонидович

д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры травматологии и ортопедии

Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»;

e-mail: fedor_lazko@mail.ru, **SPIN-код:** 8504-7290, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5292-7930>

Загородний Николай Васильевич

д-р. мед. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. кафедрой травматологии и ортопедии

Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», **SPIN-код:** 6889-8166

Ахпашев Александр Анатольевич

канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»;

зав. кафедрой травматологии и ортопедии Академии постдипломного образования

ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов

медицинской помощи и медицинских технологий России»

e-mail: akhpashev@yandex.ru, **SPIN-код:** 9965-1828