

# Реконструкция передней крестообразной связки по принципу «все изнутри» с применением методики Graft-Link

James H. Lubowitz

Понимание принципа реконструкции ПКС «все изнутри» или Graft-Link требует экскурса в историю и обращения к пионерам хирургии.

Хирургическое лечение разрыва ПКС эволюционировало от открытого восстановления к открытой реконструкции (с аугментацией или без нее), технике двух разрезов, артроскопической или эндоскопической технике одного разреза и, как представлено в этой главе, к реконструкции ПКС по принципу «все изнутри». Данная техника была впервые предложена Morgan et al. в 1995 году (1, 2). К сожалению методика Morgan «часто сопровождалась с техническими сложностями (3)» или, как говорил сам Morgan «являлась технически сложной, что ограничивало ее распространение (4)». Значительные технические сложности вызывало формирование большеберцового паза через высокий переднемедиальный порт, с чем незнакомы большинство практикующих артроскопистов.

Методика реконструкции ПКС по принципу «все изнутри» была предложена автором этой статьи в 2006 году (5). Однако техника продолжала развиваться и в 2011 году Lubowitz, Ahmad и Anderson опубликовали работу под названием: «Реконструкция ПКС по принципу «все изнутри» с использованием техники Graft-Link: второе поколение, реконструкция передней крестообразной связки без разрезов» (6).

Эволюция движима многими факторами, однако в первую очередь — более глубоким пониманием анатомии ПКС, а также модернизацией хирургического инструментария и имплантов, фиксирующих трансплантат.

С точки зрения анатомии, как писали Lubowitz et al. (6), «Транстибиальная техника формирования бедренных пазов для ПКС несет в себе риск анатомического несоответствия в виде заднего расположения большеберцового тоннеля и высокого расположения передневнутреннего бедренного (7–11). Таким образом... некоторые хирурги

переходят к технике формирования бедренного тоннеля ПКС из передневнутреннего порта (8, 10, 12–21), хотя это и сопряжено с потенциальными сложностями (8, 12, 13, 16–23). Поэтому, в 2011 году, поскольку техника использования передневнутреннего порта является анатомичной (и может в качестве альтернативы использоваться для реконструкции ПКС по принципу «все изнутри» с применением техники Graft-Link), мы рекомендовали альтернативное формирование бедренных пазов для ПКС по принципу «снаружи внутрь» (7, 9, 18, 24–27).

## ПРЕИМУЩЕСТВА РЕКОНСТРУКЦИИ ПКС ПО ПРИНЦИПУ «ВСЕ ИЗНУТРИ»

Методика формирования бедренных пазов ПКС «снаружи внутрь» потеряла свою актуальность по причине необходимости латеральной дистальной диссекции мышц бедра с техникой двух разрезов (7, 8, 24, 27). Однако новая технология, а именно, использование направляющих стержней малого диаметра, которые могут быть трансформированы в ретроградные сверла (18, 25) позволила формировать бедренные пазы по принципу «снаружи внутрь» и «без разрезов». Преимуществом техники «снаружи внутрь» является то, что формирование бедренных пазов для ПКС выполняется в комфорте положения сгибания коленного сустава под углом 90° (в отличие от методики использования передневнутреннего порта), позволяющем свободно, независимо и анатомично их позиционировать (в отличие от большеберцовой методики рассверливания бедренных пазов) и формировать более длинными (по сравнению с техникой использования передневнутреннего порта) (18). Кроме того, рассверливание по принципу снаружи внутрь позволяет

измерить бедренное межкостное расстояние перед формированием пазов, используя стандартные бедренные «снаружи внутрь» направителя и гильзы направляющих спиц. Предварительное измерение является безопасной особенностью техники «снаружи внутрь», поскольку короткая дистанция может потребовать меньшего количества ткани трансплантата внутри бедренного паза (28).

В добавление к ретроградно рассверливающим стержням существует два технических усовершенствования, упрощающих реконструкцию ПКС по принципу «все изнутри». К первому относится совершенствование кортикально подвешивающих пуговичных фиксаторов. Первое поколение таких фиксаторов имело фиксированную длину петли для трансплантата, в то время как второе имеет петлю, которую можно подгонять по длине, так, что после разворота пуговицы на кортексе петля может быть натянута, что позволяет втянуть трансплантат для полного заполнения им паза. Более того, подвешивающие пуговичные фиксаторы были разработаны только для крепления трансплантата к бедренной кости, в то время как второе поколение их можно применять как для бедренной, так и большеберцовой фиксации. И наконец, уникальность пуговичных фиксаторов второго поколения заключается в том, что при натягивании петли увеличивается натяжение трансплантата. Таким образом, хирург может увеличить натяжение трансплантата после его фиксации.

Ко второму усовершенствованию, упрощающему реконструкцию ПКС по принципу «все изнутри» относится использование канюль. Артроскописты, работающие на плече и тазобедренном суставе давно осознали важность использования канюль для сохранения портов и предотвращения попадания мягких тканей в шов. Во-первых, мы рекомендуем использовать канюлю в передне-внутреннем инструментальном порте для препятствия интрузии тканей. Во-вторых, мы вводим уникальную гильзу направляющего стержня, которая трансформируется в канюлю и обеспечивает доступ трекков направляющих стержней малого диаметра для формирования пазов по принципу «все изнутри», а также дает возможность проведения швов и в последствии трансплантата после ретроградного формирования пазов для ПКС (6).

## КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Реконструкция ПКС по принципу «все изнутри» с использованием техники Graft-Link не имеет особенностей сбора анамнеза, физикального исследования, визуализации, классификации и алгоритма принятия решения. Несомненно важным, как при использовании любой новой техники, является информирование пациента о рисках, преимуществах, альтернативных методах, а также видов хирургического и консервативного лечения.

## ЛЕЧЕНИЕ

Реконструкция ПКС по принципу «все изнутри» с использованием техники Graft-Link не имеет особенных показаний к оперативному и консервативному лечению разрыва ПКС. Таким образом, акцент в данной главе будет сделан на хирургической технике.

## ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

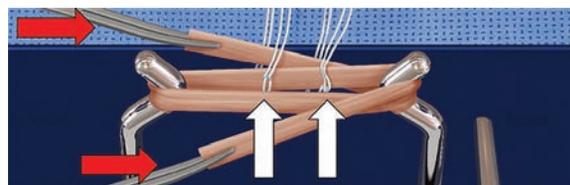
Бестоннельная реконструкция ПКС по принципу «все изнутри» с использованием техники Graft-Link требует изучения методик формирования пазов, подготовки и фиксации трансплантата. Подготовка трансплантата требует учитывать, имея ввиду безразрезные косметические особенности при выборе трансплантата, что его длина будет меньше суммы длины пазов плюс внутрисуставная дистанция графта. Таким образом, трансплантат не будет собираться на дне пазов после его окончательного натяжения. Также необходимо изучение техники подготовки трансплантата Graft link. Бедренные и большеберцовые пазы формируются с помощью ретроградно рассверливающих спиц второго поколения. Бедренная и большеберцовая фиксация выполняется с помощью кортикальных подвешивающих устройств второго поколения с натягивающими швами и изменяемой петлей.

### Специальное оборудование

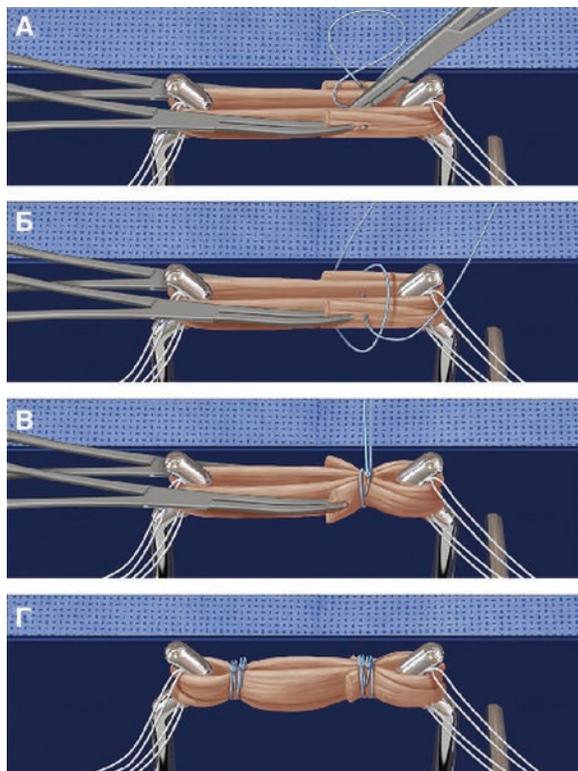
#### Установка для подготовки трансплантата и высокопрочные швы

Высокопрочные швы (Fiberwire, Arthrex Inc., Naples, FL) скрепляют трансплантат в петлю.

Петля сшивается в связке с бедренной и большеберцовой реверсивной регулируемой петлями TightRope (Arthrex) (рис. 72.1 и 72.2). Установка для подготовки трансплантата дает возможность прошивания трансплантата специфической длины (примерно 65 мм). После



**РИСУНОК 72.1** Сначала трансплантат погружается в бедренную и большеберцовую петли Tight-Rope (белые стрелки). Свободные концы трансплантата удерживаются кровоостанавливающими зажимами (красные стрелки) и оборачиваются вокруг крючков (серебристые) установки для подготовки трансплантата, объединяя его (перед натяжением), длиной около 65 мм (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).

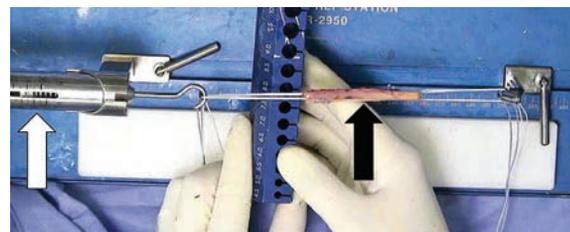


**РИСУНОК 72.2** Техника Graft-Link. **А:** трансплантат погружается в бедренную и большеберцовую петли Tight-Rope (белые шовные петли справа и слева на петле трансплантата). Свободные концы трансплантата удерживаются кровоостанавливающими зажимами и оборачиваются вокруг крючков (серебристые) установки для подготовки трансплантата. Через центр каждого конца петли трансплантата проводится высокопрочная нить (№ 2). **Б:** свободные концы нитей перекрещиваются и оборачиваются вокруг трансплантата. **В:** первая обернутая нить плотно затягивается. **Г:** вторая нить затягивается таким же образом непосредственно рядом с первой (обе показаны затянутыми и со срезанными концами). Для стягивания другого конца трансплантата накладывается два дополнительных шва (в левой части). Окончательная конструкция представлена в виде объединенного трансплантата с бедренной петлей tight rope слева и большеберцовой реверсивной петлей tight rope справа (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).

прошивания, преднатяжение трансплантата дает его конечную длину примерно в 75 мм (рис. 72.3).

### Приспособление FlipCutter

Устройство FlipCutter (Arthrex) представляет собой ретроградное сверло второго поколения. Направляющий стержень FlipCutter превращается в ретроградное сверло путем расправления режущей части путем подачи со стороны рукоятки. Затем, после формирования паза путем вращения сверла по часовой стрелке с обратным направлением усилия, устройство FlipCutter возвращается обратно в направляющий стержень и извлекается.

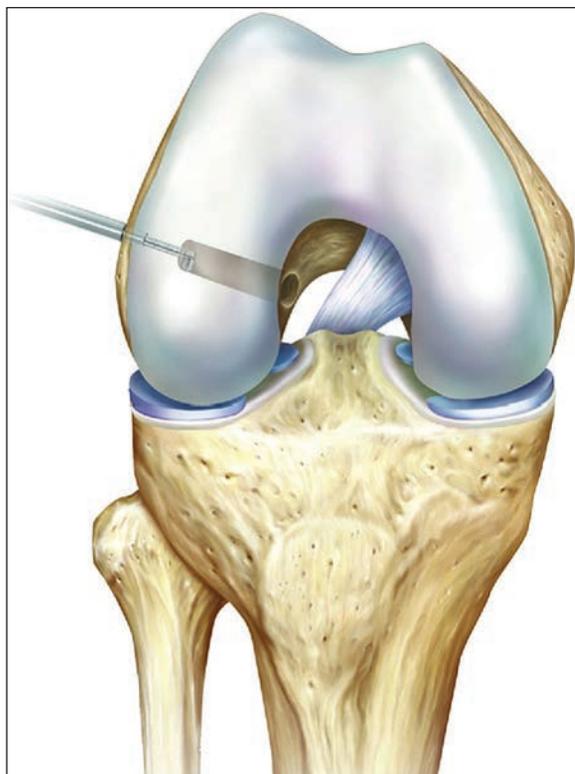


**РИСУНОК 72.3** Завершающая конструкция прикреплена к пружинному натяжительному устройству (белая стрелка). Устанавливается сила натяжения примерно 40 N (белая стрелка). Трансплантат (черная стрелка) обычно, после натяжения имеет окончательную длину 75 мм. Конструкция показывает трансплантат, сложенный по принципу Graft-Link с бедренной ПКС петлей системы TightRope на крючке натяжительного устройства (слева) и большеберцовой ПКС петлей реверсивной системы tightrope на крючке установке для подготовки трансплантата (справа). Хирург держит линейку для измерения трансплантата с интервалом 0,5 мм (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).



**РИСУНОК 72.4** Правый коленный сустав. Второе поколение устройства для ретроградного рассверливания (FlipCutter) и бедренный ПКС направляющий с маркировочным крючком. Направитель представлен в передненаружной портальной позиции. Обратите внимание, что гильза направляющего стержня имеет 7 мм наконечник меньшего диаметра, которая проводится вверх стержня в кортекс. С помощью переключателя на рукоятки (вверху) устройство FlipCutter превращает стержень в ретроградное сверло (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).

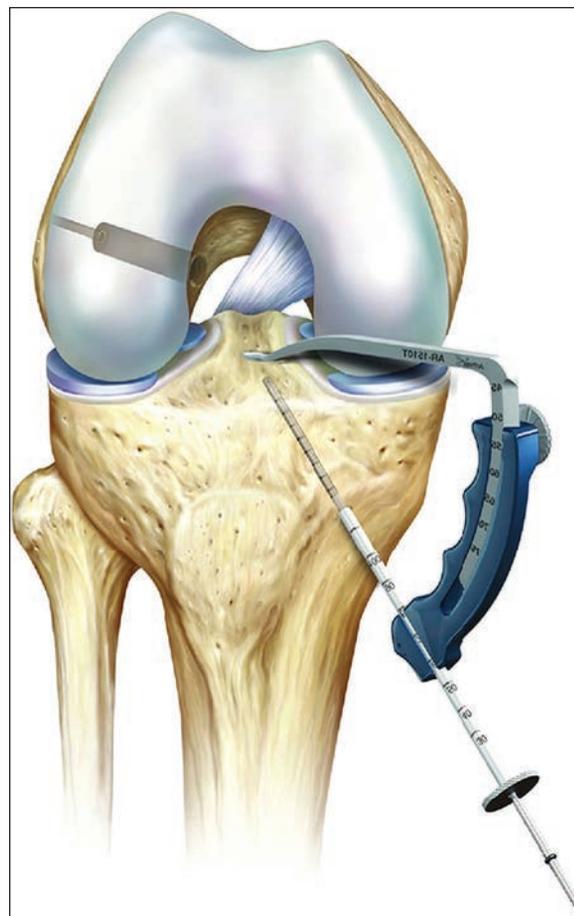
Устройство FlipCutter диаметром 3,5 мм позволяет сформировать бедренный (рис. 72.4 и 72.5) и большеберцовый (рис. 72.6 и 72.7) пазы через прокол кожи, не превышающий размеров разреза при установке порта, что обеспечивает методике «все изнутри» косметический результат.



**РИСУНОК 72.5** Правый коленный сустав. Формирование бедренного паза для ПКС с помощью ретроградного сверла второго поколения (FlipCutter). Обратите внимание, что гильза направляющего стержня имеет 7 мм наконечник меньшего диаметра, который проводится поверх стержня в кортекс. По завершению формирования паза с помощью переключателя на рукояти устройства FlipCutter снова превращает ретроградное сверло в проводящий стержень (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. *AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727*).

### Гильза направляющего стержня FlipCutter

Устройство FlipCutter подразумевает рассверливание через уникальную гильзу направляющего стержня с градуированным наконечником. Гильза оканчивается более узким наконечником, длиной 7 мм. Этот наконечник пробивается в дистальный кортекс латеральной поверхности бедренной кости по стержню FlipCutter и, соответственно, в проксимальный, передневнутренний отдел метафиза большеберцовой кости. Когда наконечник достигает 7 мм отметки ощущается препятствие на пути его продвижения. В процессе ретроградного формирования паза рассверливающее приспособление FlipCutter выводится до тех пор, пока не упрется в наконечник металлической гильзы направляющего стержня. Кроме того, лазерные метки, нанесенные на гильзу направляющего стержня позволяют на расстоянии контролировать 7 мм погружение наконечника. Данный наконечник обеспечивает защиту и сохранение 7 мм кортикального мостика (что в результате дает паз, а не полный тоннель как в бедренной, так и в большеберцовой кости). Сохранение



**РИСУНОК 72.6** Правый коленный сустав. Ретроградное сверло второго поколения (FlipCutter) и большеберцовый направитель ПКС с маркировочным крюком. Направитель представлен в передневнутренней портальной позиции. Канюлированная гильза с 7 мм наконечником меньшего диаметра проводится по направляющему стержню в кортекс. По завершению формирования паза с помощью переключателя на рукояти устройства FlipCutter снова превращает ретроградное сверло в проводящий стержень (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. *AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727*).

кортикального мостика необходимо для кортикальной подвешивающей фиксации посредством второго поколения регулируемой петли трансплантата (рис. 72.4–72.7).

После извлечения приспособления FlipCutter гильзу оставляют на месте, что обеспечивает простой и воспроизводимый пассаж проводящих нитей трансплантата для его дальнейшего погружения, поскольку гильза так же выполняет функцию канюли (рис. 72.8).

### Канюля типа PassPort

Мы используем мягкую силиконовую канюлю (PassPort, Arthrex) для передневнутреннего артроскопического порта, которая препятствует интерпозиции мягких тканей и, тем самым, облегчает реконструкцию ПКС по принципу «все изнутри». Внутренняя и наружная кромки



**РИСУНОК 72.7** Правый коленный сустав. Формирование большеберцового паза для ПКС с помощью ретроградного сверла второго поколения (FlipCutter). Обратите внимание, что гильза направляющего стержня имеет 7 мм наконечник меньшего диаметра, который проводится поверх стержня в кортекс. По завершению формирования паза с помощью переключателя на рукояти устройства FlipCutter снова превращает ретроградное сверло в проводящий стержень (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).

с защитными прокладками способствуют сохранению положения канюли и минимизируют истечение жидкости из более широкого, чем обычно, порта, необходимого, при реконструкции ПКС по принципу «все изнутри» для проведения трансплантата (рис. 72.9).

### Бедренная фиксация посредством системы TightRope для ПКС

Система TightRope для ПКС представляет собой подвешивающий фиксатор трансплантата с регулируемой петлей, второго поколения. Регулируемая петля для трансплантата



**РИСУНОК 72.8** Правый коленный сустав. Бедренный паз ретроградно рассверлен, устройство FlipCutter извлечено. Обратите внимание, что гильза направляющего стержня устройства FlipCutter введена в бедренный кортекс и остается на месте (хирург удерживает ее рукой в перчатке). Нить FiberStick вводятся в канюлю (слева). Нить FiberStick протягивается сустав через передне-внутренний порт. Проводящая нить бедренного конца трансплантата FiberStick позже вытягивается для финального проведения трансплантата ПКС (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).



**РИСУНОК 72.9** Правый коленный сустав. Мягкая силиконовая канюля (PassPort, голубая), введенная в передне-внутренний артроскопический порт препятствует интерпозиции мягких тканей. Внутренняя (не видна) и наружная (изображена) кромки с защитными прокладками способствуют сохранению положения канюли и минимизируют истечение жидкости из более широкого, чем обычно, порта, необходимого, при реконструкции ПКС по принципу «все изнутри», для проведения трансплантата, что выполняется через передне-внутренний порт. Артроскоп (серебристый) введен через передне-наружный порт. (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. AI ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).

представляет собой четырехточечный безузловой замыкающий механизм, опирающийся на множественные точки трения, обеспечивающий самоусиливающее сопротивление к скольжению в условиях натяжения.

Регулируемая петля для трансплантата уменьшается в размерах при натяжении свободных или укорачивающих концов. Тяга за укорачивающие концы обеспечивает натяжение трансплантата в пазе. Система TightRope является регулируемой, когда «один размер подходит для всех» уменьшает количество используемого инвентаря и исключает необходимость расчетов для выбранной длины петли, как того требует приспособление первого поколения.

Техника использования регулируемой петли второго поколения позволяет оптимально использовать регенеративный потенциал трансплантата в полости паза, поскольку в результате натяжения паз заполняется коллагеном.

### Реверсивная система TightRope для ПКС

Реверсивная система TightRope представляет собой второе поколение подвешивающих фиксаторов с регулируемой петлей для трансплантата. Большеберцовая система TightRope идентична бедренной за исключением реверсивных укорачивающих нитей. После того как получено реверсивное натяжение с использованием свободных концов укорачивающих нитей, они могут быть завязаны вокруг большеберцовой пуговицы посредством артроскопического толкателя узлов для дополнительной фиксации и защиты импланта после срезания укорачивающих нитей. На рисунке 72.10 представлены обычная и реверсивная система TightRope для ПКС.

### Длина трансплантата

Реконструкция ПКС по принципу все изнутри подразумевает формирование пазов, а не полных костных тоннелей. Поэтому при натяжении трансплантата он не должен достигать дна паза. Поэтому, один основной принцип не претерпел изменений в течение последних пяти лет, а именно: длина трансплантата должна быть меньше суммы длин бедренного паза, внутрисуставного размера трансплантата и большеберцового паза (5). Это не позволяет трансплантату собираться на дне пазов, что в противном случае препятствовало бы его натяжению. Трансплантат длиной не более 75 мм после натяжения является основным принципом и эта длина соответствует размерами пациента (рис. 72.3).

### Выбор трансплантата

#### Одиночный из сухожилия полусухожильной мышцы

Для ауто трансплантата мы рекомендуем технику взятия трансплантата из подколенных сухожилий мышц задней поверхности бедра (29). Техника, сохраняя безразрезный принцип, является косметической. Мы рекомендуем побережь тонкую мышцу, поскольку применяя описанную

выше технику трансплантат обычно может быть утроен. В случае когда сухожилие полусухожильной мышцы оказывается коротким и после утроения имеет недостаточный диаметр (менее чем примерно 7,5 мм), может быть вторично взято сухожилие тонкой мышцы.

### Аллотрансплантат

Показания к применению аллотрансплантата продолжают изменяться. При соответствующих показаниях мягкотканый аллогraft также может быть подготовлен по принципу Graft-Link в качестве метода выбора, соответствующего косметическим безразрезным представлениям и лишнему осложнению, связанных с взятием трансплантата.

### Подготовка трансплантата

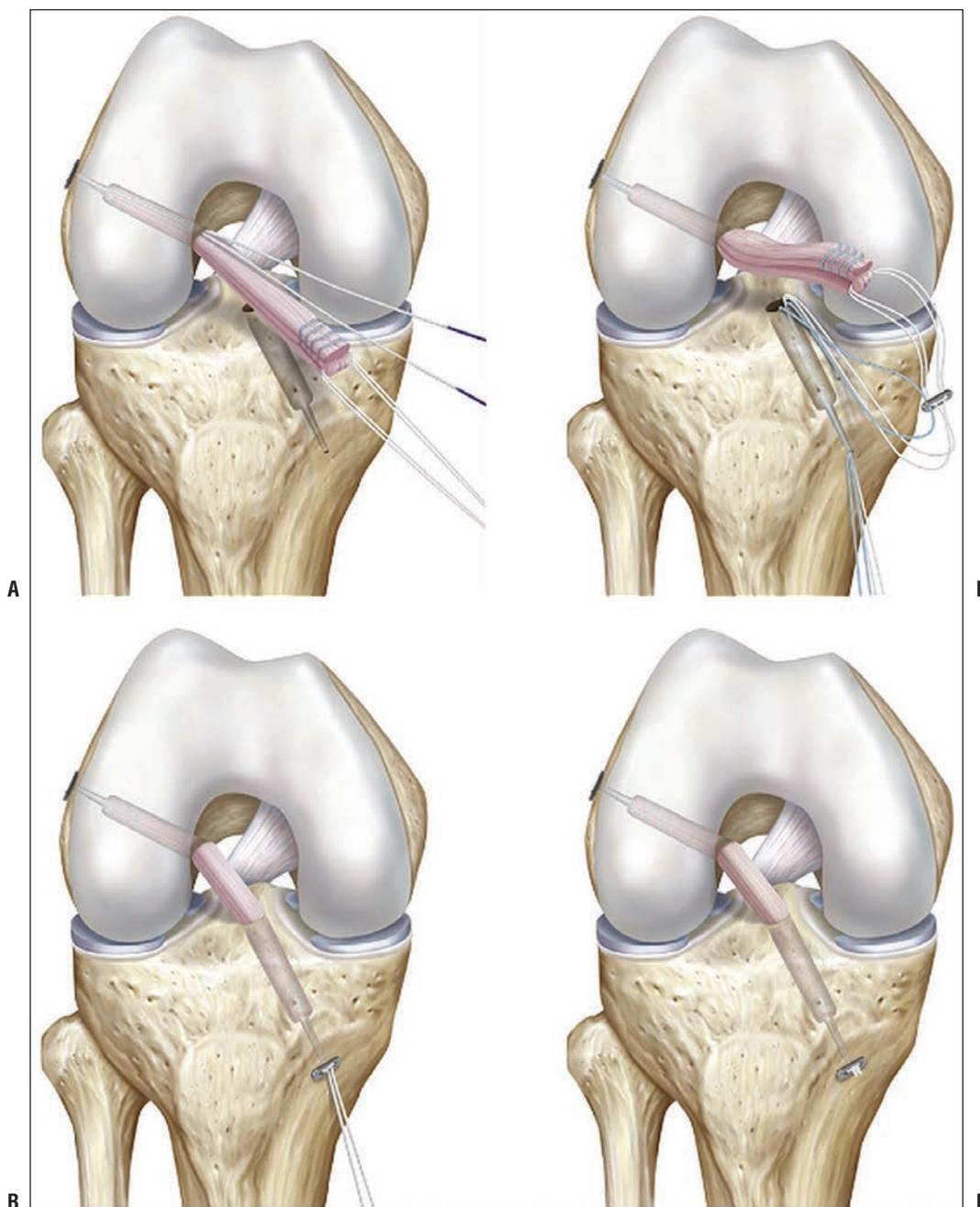
Выбор трансплантата и его подготовка по принципу Graft-link проводятся как было описано выше. Два основных принципа подготовки трансплантата заключаются в том, чтобы длина трансплантата соответствовала запланированной, когда он утроен петлями вокруг опор и зафиксирован. Опоры должны быть установлены на расстоянии 65 мм (рис. 72.1 и 72.2) для получения окончательной, после преднатяжения длины, равной 75 мм (рис. 72.3). Трансплантат сшивается в петли бейсбольным швом обычно высокопрочной нитью № 2 (рис. 72.2). Два шва накладываются на большеберцовую и два на бедренную сторону. Каждый шов должен проходить через каждый отрезок трансплантата, а концы нитей перекрещиваются и оборачиваются вокруг, формируя при затягивании самоусиливающуюся петлю.

### Объединение трансплантата

Перед прошиванием и затягиванием петель трансплантата он должен быть уложен для объединения по типу цепи (рис. 72.1). Мы формируем конструкцию Graft-Link, близкую к связям в цепи, когда бедренная петля системы TightRope и большеберцовая реверсивная петля соединены с каждой из сторон петли (рис. 72.1–72.3).

### Диаметр паза

Диаметр паза должен в достаточной степени обеспечивать биологическое инкорпорирование трансплантата. Однако если трансплантат слишком крупный он может застрять в устье паза после разворота пуговицы на кортексе, что представляет собой интраоперационное осложнение. Решение заключается в использовании дилататоров и кюреток для расширения паза или, если регулируемая петля визуализируется, в срезании ее артроскопически, что позволит вытянуть пуговицу за пределы бедра за проводящие швы. В качестве последнего средства возможно открытое удаление пуговицы путем расширения прокола кожи в дистальном отделе бедра по его латеральной поверхности. После удаления пуговицы либо трансплантат может быть вытянут и триммирован либо паз рассверлен до большего размера, однако следует проявлять осторожность.



**РИСУНОК 72.10** Правый коленный сустав. Обычная и реверсивная системы TightRope для фиксации трансплантата ПКС. На всех четырех изображениях латеральная бедренная подвешивающая пуговица развернута на кортексе. **А:** трансплантат, введенный в сустав через передневнутренний порт. Большеберцовая сторона петли трансплантата соединена с реверсивной системой TightRope (справа, белые швы). Нити, которые выходят из бедренного паза над трансплантатом представляют собой укорачивающие швы (белые с темно-синими концами). Укорачивающие швы выбирают слаbinу регулируемой петли TightRope, полностью усаживая трансплантат в паз. **Б:** трансплантат, введенный в сустав через передневнутренний порт. Проводящие и укорачивающие швы реверсивной системы TightRope проведены в большеберцовый паз. **В:** из передневнутреннего отдела проксимальной части метафиза большеберцовой кости выходят укорачивающие швы реверсивной системы TightRope (белые). Укорачивающие швы выбирают слаbinу регулируемой петли TightRope, натягивая трансплантат в тибальном пазе через кортикальную пуговицу (серебристая), которая показана развернутой на метафизе. **Г:** окончательный вид после реконструкции ПКС по принципу «все изнутри» с применением методики Graft-Link и двойной фиксирующей системы TightRope. Большеберцовые укорачивающие швы реверсивной системы TightRope завязаны и обрезаны (по материалам и с разрешения Lubowitz JH, Ahmad C, Andersonk. All ACL Graft-Link technique: second-generation, no-incision ACL reconstruction. Arthroscopy. 2011;26:717–727).