

Министерство здравоохранения РФ
Московский государственный медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова
Кафедра травматологии, ортопедии и медицины катастроф

Сластинин В.В., Ярыгин Н.В., Паршиков М.В., Файн А.М.

**АРТРОСКОПИЧЕСКАЯ АУТОПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ
КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СУХОЖИЛИЙ ПОДКОЛЕННЫХ МЫШЦ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ПО ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ
ДЛЯ ФАКУЛЬТЕТОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Москва
2022

ББК 54.581.4я78+54.548

УДК 616.758.3-089.844:616.748.56(075.9) А86

Рецензенты:

Лазко Федор Леонидович – доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии медицинского факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Нелин Николай Иванович – доктор медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) является одним из наиболее частых повреждений, которое получает ежегодно 35 человек из 100 000. В подавляющем большинстве это молодые и активные пациенты. При данной травме нарушается стабильность коленного сустава, которая может проявлять себя не только во время занятий спортом, но и при ежедневной активности, повышается риск повреждения менисков и ранних дегенеративных изменений коленного сустава. Целью пластики ПКС является обеспечение стабильности коленного сустава, что в свою очередь может предотвратить дальнейшее повреждение хряща и менисков. Несмотря на давнюю историю реконструкции ПКС остаётся множество вопросов, касающихся выбора оптимального материала для пластики, способа фиксации трансплантата, методов его установки, профилактики осложнений и реабилитации. В данном пособии описаны важные хирургические аспекты пластики передней крестообразной связки с использованием аутотрансплантата из сухожилий подколенных мышц.

Авторский коллектив:

Ярыгин Николай Владимирович – заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и медицины катастроф МГМСУ им. А.И. Евдокимова, член-корреспондент РАН, заслуженный врач РФ, профессор, доктор медицинских наук

Паршиков Михаил Викторович – профессор кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф МГМСУ им. А.И. Евдокимова

Файн Алексей Максимович – заведующий научным отделением неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ, доктор медицинских наук

Сластинин Владимир Викторович – врач травматолог-ортопед ГКБ им. С.С. Юдина и Клинического медицинского центра МГМСУ им. А.И. Евдокимова, кандидат медицинских наук

ОГЛАВЛЕНИЕ

Анатомо-биомеханические особенности передней крестообразной связки.	5
Механизм повреждения передней крестообразной связки.	7
Выбор пластического материала для реконструкции передней крестообразной связки.	7
Особенности использования аутотрансплантатов из сухожилий подколенных мышц.	9
Проблемы, связанные с использованием сухожилий подколенных мышц, и пути их решения.	12
Расширение костных тоннелей после пластики передней крестообразной связки с использованием сухожильных трансплантатов.	17
Причины разрыва трансплантатов при реконструкции передней крестообразной связки.	25
Оценка правильности расположения тоннелей при пластике передней крестообразной связки.	26
Способы фиксации трансплантата, направленные на создание максимальной площади контакта трансплантата и кости.	28
Профилактика инфекционных осложнений при пластике передней крестообразной связки.	31
Хирургическая техника пластики передней крестообразной связки трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы (по авторской методике).	33
Тестовые задания	46
Рекомендуемая литература	50

Анатомо-биомеханические особенности ПКС.

Знание анатомии ПКС, в том числе областей её фиксации, очень важно для выполнения реконструкции.

Длина ПКС варьирует от 25 до 35 мм, а ширина достигает 10 мм. В поперечном сечении связка имеет форму треугольника, сужается в центральной части и расширяется в областях прикрепления. При этом площадь поперечного сечения связки в средней её части увеличивается при сгибании в коленном суставе и уменьшается при разгибании.

В строении ПКС можно выделить 2 пучка – передне-внутренний и задне-наружный, название которых соответствует их области прикрепления на большеберцовой кости. Каждый из пучков играет свою роль при различных углах сгибания в коленном суставе – передне-внутренний натягивается при сгибании, а задне-наружный при разгибании.

Латеральный межмышцелковый гребень (ЛМГ) бедренной кости имеется у 97% пациентов, он располагается в области перехода задней поверхности дистального отдела бедренной кости на латеральную стенку межмышцелковой вырезки и ограничивает $\frac{3}{4}$ задне-верхней части латеральной межмышцелковой вырезки. Данное анатомическое образование может быть ошибочно принято неопытными хирургами за задне-латеральный край межмышцелковой вырезки (в случае неполного удаления мягких тканей), что может привести к формированию слишком смещённого кпереди тоннеля для проведения трансплантата при пластике ПКС. Из-за этого оно получило своё второе название «гребень резидента» от William G. Slancy, Jr. ПКС прикрепляется на бедренной кости в основном кзади от ЛМГ, что делает это образование важным для позиционирования бедренного тоннеля при пластике ПКС.

Область бедренного прикрепления ПКС разделяет на 2 зоны бифуркационный гребень: проксимальнее этого гребня располагается центр

прикрепления передне-внутреннего пучка ПКС, дистальнее этого гребня – центр прикрепления задне-наружного пучка ПКС. На 2-3 мм дистальнее прикрепления к бедренной кости оба пучка сливаются вместе.

На большеберцовой кости область прикрепления ПКС может иметь форму эллипса, треугольника или С-образную форму. Одними из наиболее постоянных ориентиров для выбора области формирования тоннеля при пластике ПКС на большеберцовой кости являются медиальный большеберцовый бугорок и межменисковая связка, в то время как соотношение области прикрепления ПКС с передним рогом латерального мениска и передним краем задней крестообразной связки весьма вариабельно.

Стабильность коленного сустава обеспечивают пассивные (связки) и активные (нейромышечные) структуры. ПКС является одной из 6 связок коленного сустава, обеспечивающих его стабильность при движениях. ПКС ограничивает смещение голени кпереди относительно бедренной кости (на неё в данном случае приходится 86% нагрузки), предотвращая переразгибание в коленном суставе, а также играет роль в ограничении внутренней и наружной ротации. Большинство методик, используемых в настоящее время для пластики ПКС, эффективны для нивелирования переднего выдвижного ящика и смещения при тесте Лахмана, но они не могут при этом полностью восстановить ротационную стабильность.

Максимальная прочность на разрыв нативной ПКС составляет 1725 ± 270 N, чего недостаточно для выдерживания максимальных нагрузок при занятиях спортом. Сохранить целостность ПКС в данном случае позволяют вовремя активированные динамические стабилизаторы коленного сустава за счёт эффективного обратного проприоцептивного ответа. Сама ПКС играет в этом ответе очень важную роль за счёт наличия в ней множества механорецепторов и свободных нервных окончаний.

Механизм повреждения ПКС.

Согласно многим исследованиям, большинство повреждений ПКС возникают в результате непрямого механизма травмы.

Любые движения в коленном суставе в любой плоскости, выходящие за рамки физиологичных, могут привести к повреждению связочного аппарата. Разрыв ПКС происходит обычно при многоплоскостных движениях. Во время травмы, чаще всего, наблюдается наклон туловища в сторону, отведение в коленном суставе, опора на внутреннюю поверхность стопы и увеличение сгибания в тазобедренном суставе. Причём у женщин степень сгибания в коленном и тазобедренном суставах в момент травмы больше.

Уменьшение сгибания в тазобедренных и коленных суставах при приземлении на стопы приводят к более выраженному увеличению нагрузки на статические стабилизаторы коленного сустава (связки и капсула), чем на динамические (мышцы и сухожилия), что приводит прежде всего к повреждению первых.

Выбор пластического материала для реконструкции ПКС.

Учитывая отсутствие потенциала у ПКС к самостоятельному восстановлению после разрыва, нередко требуется её пластика для восстановления функции коленного сустава. Пластика ПКС остаётся золотым стандартом в лечении её разрывов, особенно у молодых и активных пациентов, хотя в некоторых случаях при свежих разрывах ПКС возможно выполнение её шва, как правило, с аугментацией различными материалами.

Выбор трансплантата для пластики ПКС зависит от многих факторов, таких как предпочтения хирурга, доступность определённых типов трансплантатов и фиксаторов.

В настоящее время для пластики ПКС наиболее часто применяют *ауто трансплантаты* из связки надколенника с костными блоками, из сухожилия четырёхглавой мышцы бедра, сухожилий подколенных мышц (*semitendinosus* и *gracilis*) и сухожилия длинной малоберцовой мышцы (рис. 1).

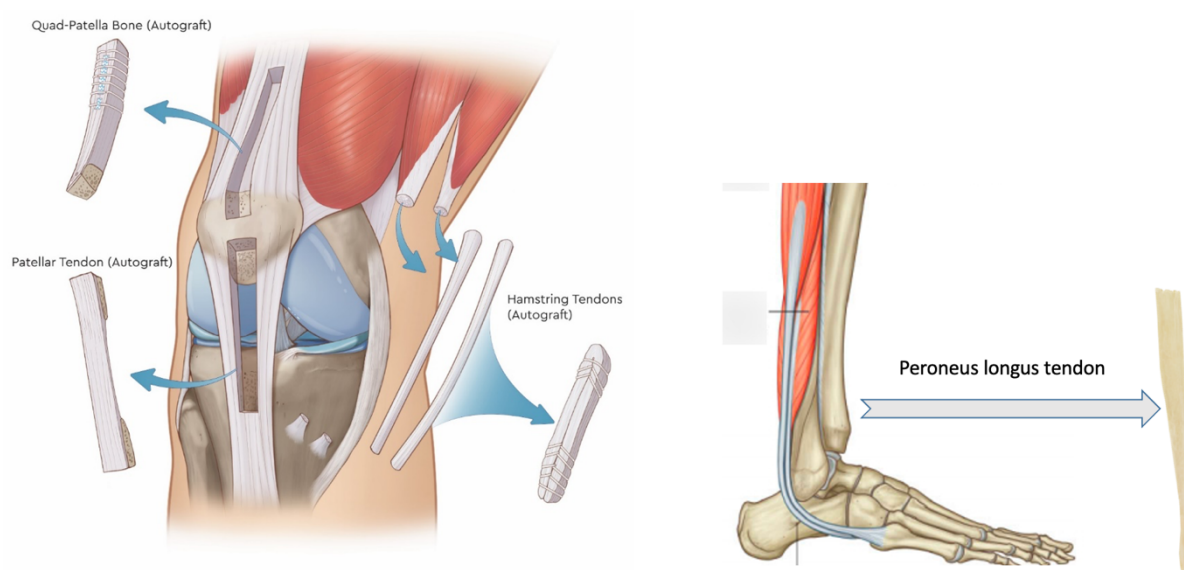


Рис. 1. Аутопластический материал для пластики ПКС.

Использование ауто трансплантатов требует больше времени во время операции и больше времени на реабилитацию, учитывая травму донорской зоны. После имплантации происходит частичный некроз ауто трансплантатов, поэтому их начальная прочность должна быть существенно выше прочности нативной ПКС. В последнее время возрос интерес к использованию ауто трансплантатов из сухожилий подколенных мышц, что связано с относительной простотой их применения и невысоким количеством послеоперационных осложнений.

В качестве пластического материала для реконструкции ПКС используются также *алло трансплантаты* из пяточного сухожилия, связки

надколенника, сухожилий подколенных мышц, сухожилий передней и задней большеберцовых мышц. Использование аллотрансплантатов уменьшает время операции и травматичность операции, т.к. нет необходимости в заборе сухожилия у пациента. С другой стороны, увеличивается стоимость операции, есть вероятность переноса инфекций и отторжения (лизиса) трансплантата.

Использование *синтетических протезов* возможно в двух вариантах – в виде усиления ауто/аллотрансплантата и в виде самостоятельного метода стабилизации коленного сустава. При использовании синтетического протеза в качестве усиливающего (аугментирующего) компонента он защищает трансплантат до его окончательной перестройки и васкуляризации. Изолированное использование доступных в настоящее время синтетических протезов ПКС не пользуется популярностью из-за очень низкой биосовместимости, низкой устойчивостью к износу и высвобождения продуктов разрушения протеза в полость сустава, вызывающих осложнения.

Использование аллотрансплантатов, как и синтетических материалов, рекомендуется только в специфических случаях.

В настоящее время проводятся исследования с целью создания пластического биосовместимого материала, который позволил бы отказаться от использования ауто- и аллотрансплантатов, но при этом мог бы интегрироваться в организм не хуже ауто сухожильных трансплантатов.

Особенности использования ауто трансплантатов из сухожилий подколенных мышц.

Трансплантаты из сухожилий подколенных мышц (*m. semitendinosus* и *m. gracilis*) для пластики ПКС пользуются большой популярностью. Из них можно сформировать двух- и даже шестипучковый трансплантат для

повышения его прочности. Но несмотря на то, что с увеличением толщины трансплантата повышается его прочность, слишком массивный трансплантат может ограничивать движения в коленном суставе (сгибание - за счёт импиджмента с задней крестообразной связкой, а разгибание – за счёт импиджмента с крышей межмыщелковой вырезки). Таким образом необходим баланс между толщиной и прочностью трансплантата.

Сухожилия подколенных мышц используются для пластики передней крестообразной связки с 1982 года, а связка надколенника – с 1969. Пластика передней крестообразной связки из вдвое сложенных сухожилий подколенных мышц с артроскопической ассистенцией впервые предложена Friedman в 1988 году. Использовать трёхпучковый и четырёхпучковый трансплантат из сухожилия полусухожильной мышцы начали в 1989 году для того, чтобы предотвратить осложнения, связанные с использованием сухожилий обеих подколенных мышц и трансплантата из связки надколенника.

Биомеханические исследования доказывают лучшие прочностные характеристики трансплантата из сухожилий подколенных мышц по сравнению с трансплантатом из связки надколенника диаметром 10 мм. Одной из немаловажных причин нарастающей популярности использования сухожилий подколенных мышц для пластики ПКС является значительное травмирование донорской зоны при заборе трансплантата из связки надколенника. В некоторых исследованиях при сравнении результатов аутопластики передней крестообразной связки с использованием трансплантата из обоих сухожилий подколенных мышц и трансплантата из связки надколенника с костными блоками результаты сопоставимы, но в первой группе отмечается снижение силы сгибания в коленном суставе, а во второй – пациентов беспокоит боль в донорской области.

Четырёхпучковый трансплантат из сухожилий подколенных мышц выдерживает нагрузку на разрыв около 4000 N, в то время как здоровая крестообразная связка – до 2000 N.

Определённой проблемой является фиксация короткого трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы. Длина данного трансплантата сильно ограничивает выбор фиксаторов, оставляя возможным использование только гибридных методов и кортикальной фиксации. В биомеханических исследованиях, сравнивающих прочностные характеристики двух-, трёх- и четырёхпучкового трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, обнаружено, что четырёхпучковый трансплантат обладает наилучшими прочностными характеристиками. При этом конфигурация даже трёхпучкового трансплантата обладает достаточными для выдерживания нагрузок в течение ранней реабилитации биомеханическими характеристиками. При длине сухожилия полусухожильной мышцы менее 260 мм достаточно использовать утроенное сухожилие.

В исследованиях установлено, что погружение трансплантата на глубину 15 мм в бедренный тоннель является достаточным при пластике передней крестообразной связки. Не выявлено статистически значимых различий в жёсткости фиксации и кинематике коленного сустава через 6 и 12 недель при сравнении глубины погружения трансплантата на 15 и 25 мм. Полученные данные могут быть объяснены тем, что процессы интеграции трансплантата и кости происходят, главным образом, в области входа трансплантата в тоннель, что подтверждается более выраженными в этой области волокнами Sharpey при гистологическом исследовании.

Проблемы, связанные с использованием сухожилий подколенных мышц, и пути их решения.

Специфическими осложнениями, связанными с использованием сухожилий подколенных мышц в качестве трансплантата, являются уменьшение силы сгибания в коленном суставе и внутренней ротации голени, а также повреждение чувствительных ветвей нервов. Одной из проблем в использовании данного пластического материала является прогнозирование длины трансплантата.

Дефицит силы сгибания в коленном суставе после забора.

Дефицит силы сгибания в коленном суставе после забора сухожилий подколенных мышц проявляется в положении сгибания более 70°. Сухожилия подколенных мышц участвуют в сгибании коленного сустава и торможении разгибания, регулируют ротацию голени и, что более важно, контролируют смещение голени кпереди, разделяя нагрузку с передней крестообразной связкой. Таким образом, сохранение силы подколенных мышц особенно важно для атлетов с повреждением передней крестообразной связки. При сохранении сухожилия нежной мышцы снижение силы сухожилий подколенных мышц может быть значительно минимизировано.

Снижение силы сгибания в коленном суставе после забора сухожилий двух подколенных мышц может быть значительнее, чем сообщалось в более ранних исследованиях. Более того, забор нескольких подколенных сухожилий может уменьшить также объем активного сгибания в коленном суставе (что выявляется при проведении теста Nakamura). Имеющиеся результаты дают основания для беспокойства относительно увеличения риска повторного разрыва передней крестообразной связки и уменьшения силы глубокого сгибания коленного сустава при заборе двух сухожилий

подколенных мышц. Таким образом, необходимо сохранять сухожилие нежной мышцы при пластике передней крестообразной связки.

Четырёхпучковый трансплантат из сухожилия полусухожильной мышцы становится популярным в использовании для пластики передней крестообразной связки из-за его доступности, прочностных характеристик и возможности сохранения сухожилия нежной мышцы. Сила сгибания в коленном суставе и внутренняя ротация голени лучше сохраняются при заборе только сухожилия полусухожильной мышцы.

Повреждение чувствительных нервов при заборе трансплантата.

При заборе сухожилий подколенных мышц имеется риск повредить 2 чувствительные ветви подкожного нерва – инфрапателлярная ветвь (иннервирует кожу переднемедиальной и переднелатеральной поверхностей коленного сустава) и портняжная терминальная веточка (идёт вертикально по медиальной поверхности коленного сустава за портняжной мышцей, затем перфорирует фасцию между сухожилиями нежной и портняжной мышц и иннервирует кожу внутренней поверхности голени и голеностопного сустава) (рис. 2).

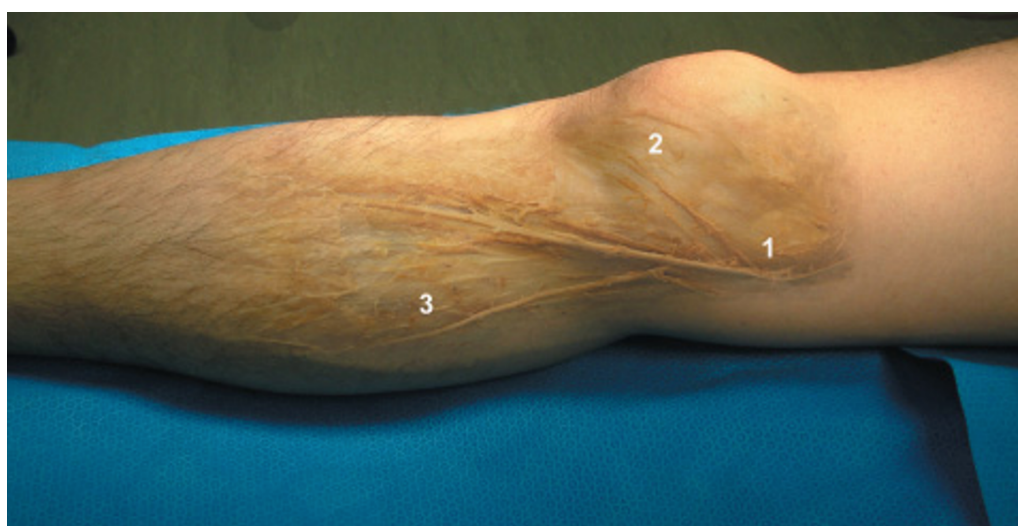


Рис. 2. Чувствительные ветви подкожного нерва (1):

(2) - поднадколенниковая ветвь

(3) - портняжная терминальная ветвь

При заборе сухожилий подколенных мышц из стандартного доступа в верхней трети голени вероятность повреждения портняжной терминальной веточки достигает 23%, а вероятность повреждения обеих веточек достигает 32%. Ятрогенное повреждение портняжной терминальной веточки связано с продвижением стриппера при заборе сухожилия нежной мышцы, которое располагается достаточно близко к данному нерву. Частота повреждения инфрапателлярной ветви может достигать 74%.

Наиболее эффективным методом снижения частоты повреждения чувствительной инфрапателлярной веточки *n. saphenus*, по мнению многих авторов, является косая или горизонтальная ориентация разреза для забора сухожилия в верхней трети голени.

Интересным и эффективным методом профилактики повреждения чувствительных нервов является минимально инвазивная техника забора сухожилия полусухожильной мышцы из задне-медиального доступа в подколенной области (рис. 3). При заборе сухожилия полусухожильной мышцы из задне-медиального разреза длиной около 2 см в подколенной области ни у кого из пациентов не наблюдалось нарушений чувствительности по передней поверхности голени. При этом времени для забора сухожилия из этого доступа требовалось гораздо меньше, чем при стандартном доступе.

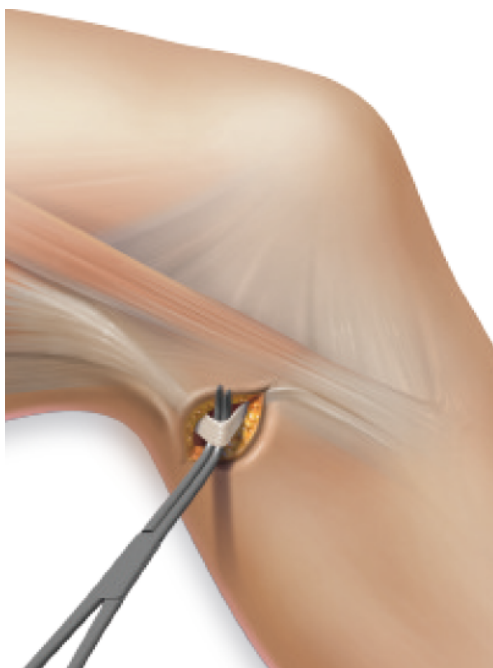


Рис. 3. Забор сухожилия полусухожильной мышцы из задне-медиального доступа в подколенной области.

Использование задне-медиального доступа также решает проблему со сложностью выделения сухожильно-фасциальных перемычек и, как следствие, преждевременной ампутации сухожилия полусухожильной мышцы.

Выделение и идентификация сухожилия полусухожильной мышцы при стандартном доступе в верхней трети голени могут быть затруднительными. Наиболее серьёзным осложнением при заборе сухожилия из стандартного доступа является риск преждевременного его пересечения стриппером. Данная ситуация может возникнуть, если не пересечены все межсухожильные перемычки, а также при наличии так называемого «добавочного сухожилия полусухожильной мышцы», которое отделяется от истинного сухожилия и прикрепляется к икроножной фасции. Визуализация и пересечение «добавочного сухожилия» из стандартного доступа значительно затруднена. Решением данных проблем является использование заднемедиального доступа для забора сухожилия.

Перед забором сухожилий подколенных мышц из стандартного доступа по передневнутренней поверхности голени в верхней трети фасциальные перемычки между сухожилием полусухожильной мышцы и

фасциальным покрытием медиальной головки икроножной мышцы должны быть выделены и обязательно пересечены во избежание преждевременного отсечения сухожилия стриппером. Такие перемычки располагаются приблизительно на 7 см проксимальнее прикрепления сухожилий полусухожильной и нежной мышц. Выполнение разреза для забора сухожилий подколенных мышц на 2,2 см дистальнее и на 4,5 см медиальнее бугристости большеберцовой кости позволяет облегчить идентификацию и рассечение сухожильных перемычек для выделения сухожилия полусухожильной мышцы.

Прогнозирование размера трансплантата.

Одной из проблем является прогнозирование диаметра трансплантата при использовании сухожилий подколенных мышц. Согласно многим исследованиям, использование трансплантатов из сухожилий подколенных мышц диаметром менее 8 мм приводит к более высокой частоте его разрыва.

Забора сухожилия только полусухожильной мышцы может быть недостаточно для получения трансплантата достаточной толщины. Наиболее точным прогностическим критерием у мужчин, свидетельствующим о достаточной длине и толщине сухожилия полусухожильной мышцы, является рост. У женщин статистически достоверных критериев для прогноза толщины трансплантата не выявлено. К группе риска получения трансплантата диаметром менее 7 мм относятся пациенты с весом менее 50 кг, ростом менее 140 см, окружностью бедра менее 37 см и индексом массы тела менее 18.

Помимо использования антропометрических данных для прогнозирования толщины трансплантата возможно использование и дополнительных методов исследования.

В настоящее время имеются данные о высокой прогностической ценности МРТ в определении предполагаемого диаметра трансплантата из

сухожилий подколенных мышц. При площади поперечного сечения сухожилия полусухожильной мышцы на уровне суставной линии более 5,9 мм², и на уровне наиболее широкой части мышцелков бедренной кости более 8,99 мм² диаметр четырёхпучкового трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы будет не менее 8 мм.

Расширение костных тоннелей после пластики ПКС с использованием сухожильных трансплантатов.

Интеграция сухожилия и кости при использовании для пластики передней крестообразной связки сухожилий подколенных мышц является основной проблемой. Биологические процессы, протекающие на границе «сухожильный трансплантат – костный тоннель», остаются до конца не изученными.

Наибольшее количество авторов едины во мнении, что феномен расширения костных тоннелей не имеет чёткой взаимосвязи с клиническими результатами пластики передней крестообразной связки. В то же время он создаёт значительные проблемы при ревизионных операциях, что может потребовать дополнительного этапа лечения в виде костной пластики.

За последние десятилетия проведено множество исследований, посвящённых такому феномену как расширение костных тоннелей после пластики передней крестообразной связки. Частота этого осложнения в случае использования сухожилий подколенных мышц на бедренной кости оценивается различными авторами от 25 до 100%, а на большеберцовой кости – от 29 до 100%.

Оценка степени расширения костных тоннелей.

Расширение оценивается как разница между диаметром использованного для формирования тоннеля сверла и размером наиболее

широкой части тоннеля, оцененного по стандартным рентгенограммам (расстояние между внутренними границами склерозированного слоя костного тоннеля). Однако точные измерения по стандартным рентгенограммам затруднительны из-за эффекта увеличения и дивергенции рентгеновских лучей. Эти проблемы можно решить, используя компьютерную томографию.

Согласно исследованию В.С. Chen с соавторами, опубликованному в 2007 году, расширение тоннелей происходит обычно в течение 3-6 месяцев после операции и остаётся неизменным через 12-24 месяца после операции. Оценка степени расширения костных тоннелей по рентгенограммам наиболее информативна на сроках не ранее 6 месяцев после операции, когда склероз стенок канала становится отчётливым.

Расширение костного тоннеля может произойти по всей его длине или только в одной его части. В литературе описаны 3 типа расширения: «конический тип», «линейный» (или «цилиндрический») и «полостной тип». При этом для бедренного тоннеля наиболее характерным является коническое расширение с наибольшим диаметром ближайшего к межмышечковой зоне участка. Для большеберцового тоннеля наиболее типичным является цилиндрическое расширение. Форма тоннеля зависит от типа фиксации – при наибольшем удалении точки фиксации трансплантата от сустава формируется конический тоннель. Цилиндрический тип расширения наиболее часто возникает при фиксации интерферентными винтами.

Этиология расширения костных тоннелей.

Этиология расширения костных тоннелей многофакторна, при этом выделяют биомеханические и биологические факторы (рис. 4).

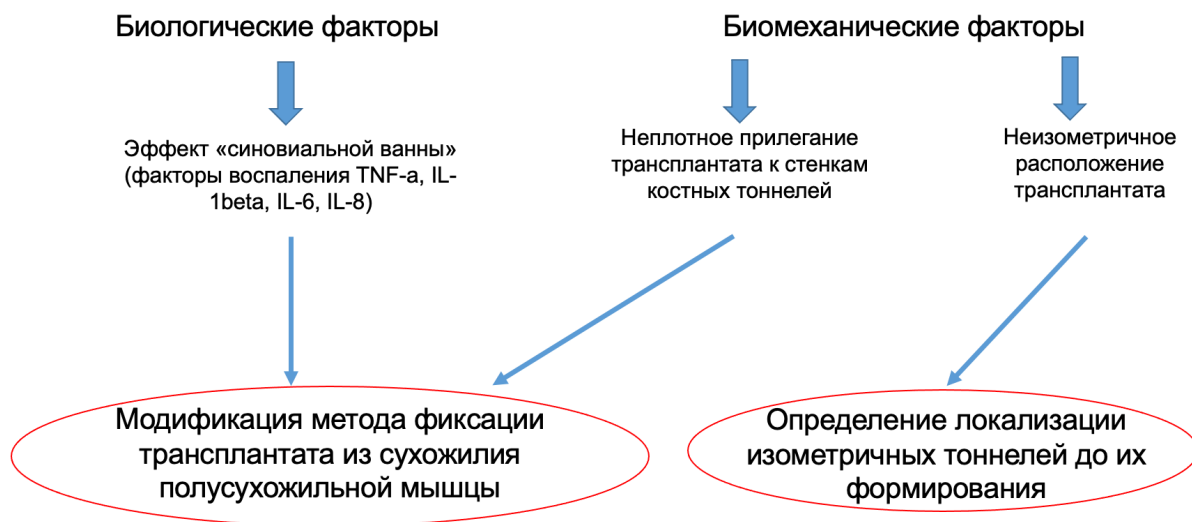


Рис. 4. Факторы расширения костных тоннелей и методы профилактики.

По мнению некоторых авторов, биомеханические факторы в расширении костных тоннелей после пластики передней крестообразной связки играют ключевую роль. В то же время в ряде исследований обнаружено, что большинство бедренных и большеберцовых тоннелей имеют веретенообразные расширения в центральной их части, что можно объяснить более значимым влиянием биологических, а не механических факторов.

А. Механические причины расширения костных тоннелей.

Среди основных механических факторов можно выделить особенности техники и методов фиксации трансплантата, а также техники рассверливания каналов.

Рассверливание каналов в бедренной и большеберцовой костях без направляющей спицы, нежёсткая фиксация сверла могут привести к созданию тоннеля большего диаметра.

В настоящее время доказана зависимость расширения большеберцового костного тоннеля от расстояния между интерферентным винтом и линией сустава – чем ближе к линии сустава интерферентный винт

расположен в канале, тем ниже частота расширения костного тоннеля. Расширение костного тоннеля происходит в области наибольшего давления трансплантата.

Использование кортикальных фиксаторов (фиксаторов-застёжек), приводит к подвижности трансплантата в костном канале, с другой стороны, применение интерферентных винтов также способствует расширению тоннелей. В одном из исследований, сравнивающих накостную (фиксация на бедре Endobutton, на голени – кортикальный винт с шайбой) и анатомическую (интерферентные винты) фиксацию, выявлено, что расширение костных тоннелей происходит и в том, и в другом случае, только при фиксации винтами это происходит сразу за счёт сминания стенки канала винтами, а при накостной фиксации расширение происходит в течение первых 6 месяцев, а затем оно уменьшается. При этом расширение костных тоннелей никак не влияет на стабильность сустава и клинический результат за период наблюдения 2 года. В то же время есть современные исследования, в которых отмечается значительно меньшая степень расширения костных тоннелей и образования костных кист после кортикальной фиксации по сравнению с гибридной фиксацией.

Широко известны связанные с использованием кортикальных фиксаторов «эффект подтяжек» и «эффект стеклоочистителя» (рис. 5). Под первым феноменом подразумеваются движения трансплантата в костном канале в продольном направлении за счёт относительно большого расстояния между областью фиксации и линией сустава. Второй феномен связан с движениями трансплантата в костном канале в поперечном направлении. Чем больше расстояние между областью фиксации трансплантата и суставной поверхностью, тем больше степень подвижности трансплантата в тоннеле. Оба эффекта затрудняют интеграцию сухожилия и кости.

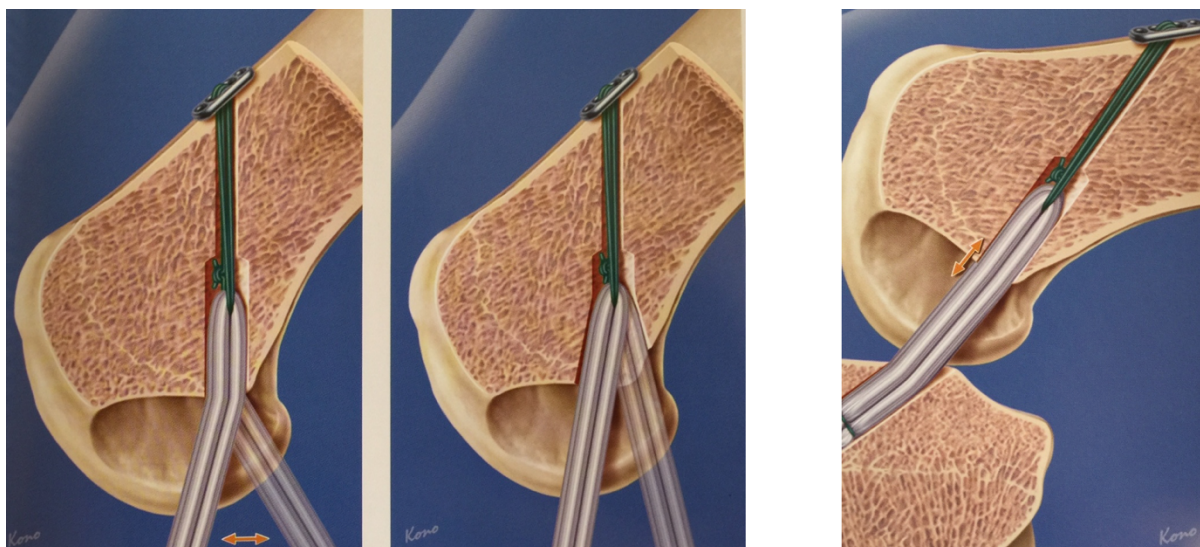


Рис. 5. Иллюстрация эффекта «стеклоочистителя» (слева) и эффекта «подтяжек» (справа).

Во время сверления канала возникает высокая температура, которая оказывает негативное действие на окружающие ткани. Возникающий локальный некроз может увеличить диаметр тоннеля и уменьшить регенераторный потенциал.

Б. Биологические причины расширения костных тоннелей.

Не последнюю роль в расширении костных тоннелей играют и биологические факторы. Синовиальная жидкость содержит факторы воспаления, такие как TNF-а, IL-1beta, IL-6, IL-8, которые могут привести к остеолизу. После фиксации трансплантата может возникнуть так называемый «эффект синовиальной ванны», который заключается в попадании синовиальной жидкости в те области, где трансплантат неплотно прилегает к стенкам костного канала. При этом создаётся агрессивная среда, препятствующая интеграции трансплантата и кости, а также стимулируются остеокласты, которые способствуют резорбции кости.

Профилактика расширения костных тоннелей.

На сегодняшний день проблема расширения костных тоннелей после пластики передней крестообразной связки с использованием сухожилий подколенных мышц остаётся до конца неизученной, но основные пути

решения уже намечены. Среди них выделяют модификацию методов фиксации трансплантата и хирургической техники, увеличение сроков послеоперационной иммобилизации коленного сустава, а также применение клеточных технологий, способствующих уменьшению агрессивности внутрисуставной жидкости и ускорению процессов интеграции трансплантата.

А. Модификация методик фиксации трансплантата.

Очень важно, чтобы диаметр тоннеля точно соответствовал диаметру трансплантата. Имплантация очень тонкого, относительно тоннеля, трансплантата приводит к образованию так называемого «мёртвого пространства», в котором возможны дополнительные движения, а это является главным механическим фактором в этиологии расширения тоннелей. Многие авторы утверждают, что использование очень прочной и жёсткой внутриканальной фиксации со смещением точки фиксации максимально близко к суставной линии способствует уменьшению вероятности расширения костных каналов. Идеальное анатомическое расположение костных тоннелей является необходимым условием для достижения физиологической нагрузки на трансплантат, что позволяет избежать чрезмерного растяжения трансплантата и обеспечить хорошую интеграцию на границе «кость-трансплантат».

Микроподвижность имплантированного сухожилия в области контакта с костью приводит к расширению тоннелей за счёт активации остеокластов.

При сохранении культы передней крестообразной связки ускоряется биологическая интеграция трансплантата. Более того, ткани культы за счёт адгезии между ними и трансплантатом препятствуют затеканию синовиальной жидкости в костный канал, что предотвращает негативное действие цитокинов. По данным некоторых авторов сохранение культы

передней крестообразной связки при её пластике позволяет уменьшить расширение костного большеберцового тоннеля.

В одном из исследований обнаружено, что плотная установка цилиндра из губчатой кости между трансплантатом и стенкой костного тоннеля уменьшает проксимальное расширение костного тоннеля и улучшает контакт между костью и сухожильным трансплантатом. В другом исследовании отмечается, что основными преимуществами установки костного блока между трансплантатом и стенкой костного тоннеля являются предотвращение затекания суставной жидкости в область контакта «трансплантат-кость», уменьшение движения трансплантата в тоннеле в продольном и поперечном направлениях, улучшение контакта «трансплантат-кость». Отсутствие инородных фиксирующих материалов в тоннеле исключает проблемы, связанные с ними, облегчает ревизионные вмешательства и уменьшает стоимость операции. При использовании интерферентных винтов из полимолочной кислоты для большеберцовой фиксации отмечено такое осложнение, как миграция фиксатора, что нехарактерно для использования тиббиальных кортикальных фиксаторов. Более того, скорость трансформации биodeградируемых винтов значительно превышает 2 года. В экспериментальных исследованиях кортикальная фиксация сухожильного трансплантата показывает лучшую фиксацию по сравнению с использованием интерферентных винтов.

Б. Модификация реабилитации.

Имеется прямая зависимость расширения костных тоннелей от скорости реабилитации при использовании сухожилий подколенных мышц – чем агрессивнее реабилитация, тем выраженнее расширение костного тоннеля большеберцовой кости. Более сдержанная реабилитация на протяжении по крайней мере первых 6 недель после операции (ограничение амплитуды движений на первые 3 недели от 0 до 60°, на последующие 3 недели - от 0 до 90° с разрешением полной нагрузки через 6 недель) даёт

возможность более полноценной интеграции трансплантата и костного тоннеля, что предотвращает расширение костного тоннеля.

Иммобилизация коленного сустава в течение 2 недель после операции после пластики передней крестообразной связки трансплантатом из сухожилий подколенных мышц позволяет защитить область «трансплантат-кость» в первой и наиболее важной фазе интеграции трансплантата, уменьшая риск расширения костных тоннелей без влияния на конечный объём движений в коленном суставе.

В. Применение клеточных технологий.

В настоящее время ведётся поиск средств, в основном в экспериментах на животных, позволяющих уменьшить негативное влияние внутрисуставной жидкости и усилить регенеративный потенциал на границе «трансплантат-кость». Для уменьшения влияния провоспалительных цитокинов в экспериментах на кроликах описано внутрисуставное применение альфа-2-макроглобулина, в результате чего уменьшается активность металлопротеиназ в суставной жидкости, что улучшает процессы интеграции трансплантата и окружающих тканей. Обнадёживающие результаты получены в результате использования клеток-предшественников надкостницы в эксперименте на кроликах. В других исследованиях на крысах обнаружено, что клетки CD34 (+), полученные из разорванной передней крестообразной связки человека, способствуют улучшению регенеративных процессов на границе «сухожилие-кость» за счёт усиления ангиогенеза и остеогенеза, что также способствует увеличению биомеханической прочности.

На сегодняшний день проблема расширения костных тоннелей после пластики передней крестообразной связки с использованием сухожилий подколенных мышц остаётся до конца неизученной, но основные пути решения уже намечены. Среди них выделяют модификацию методов фиксации трансплантата и хирургической техники, увеличение сроков

послеоперационной иммобилизации коленного сустава, а также применение клеточных технологий, способствующих уменьшению агрессивности внутрисуставной жидкости и ускорению процессов интеграции трансплантата.

Причины разрыва трансплантатов при реконструкции ПКС.

Несмотря на хорошие ближайшие результаты лечения пациентов после пластики ПКС остаётся много вопросов относительно отдалённых последствий. В исследованиях посвящённых отдалённым результатам лечения таких пациентов говорится о высокой частоте развития артроза (до 60% через 12-13 лет после операции) и высокой частоте рецидива нестабильности и разрыва трансплантата, достигающей 15% в ближайшем и средне отдалённом периодах и 27% в отдалённом периоде.

Далеко не последнюю роль в таких негативных последствиях реконструкции ПКС, помимо сопутствующих повреждений других структур, играет неправильное расположение бедренного и большеберцового тоннелей. Наиболее частой ошибкой является формирование слишком кпереди смещённого бедренного тоннеля, что приводит к вертикальному расположению трансплантата и чрезмерному его натяжению при сгибании в коленном суставе.

В одном из исследований было показано, что только в 35% случаев причиной разрыва трансплантата после первичной пластики ПКС была травма. Таким образом, ведущую роль в повторных разрывах трансплантата играют технические ошибки при пластике ПКС.

На заре развития реконструктивной хирургии коленного сустава наиболее популярной техникой формирования бедренного тоннеля для установки трансплантата при пластике ПКС являлась транстибиальная методика. Но она не выдержала испытания временем, т.к. формирование

вертикально ориентированного бедренного тоннеля в области крыши межмышечкового пространства приводит к нарушению кинематики коленного сустава и к потере либо сгибания в коленном суставе, либо к рецидиву нестабильности. Пластика ПКС с формированием бедренного тоннеля через медиальный артроскопический порт позволяет получать лучшие результаты по сравнению с транстибиальной техникой в том числе за счёт лучшей ротационной стабильности.

В 2013 году уже 68% хирургов США использовали технологию независимого формирования большеберцового и бедренного тоннелей. Но просто смена транстибиальной техники формирования бедренного тоннеля на независимую не смогла решить проблему несостоятельности трансплантата после пластики ПКС, т.к. очень важным является изометричное формирование тоннелей. При этом наиболее частые ошибки в расположении трансплантата – слишком низкое расположение бедренного тоннеля и слишком заднее расположение тиббиального.

Оценка правильности расположения тоннелей при пластике ПКС.

Признаками правильно расположенного трансплантата являются: отсутствие заднего импиджмента в области задней крестообразной связки во время сгибания; отсутствие импиджмента в области крыши межмышечкового пространства во время разгибания; сохранение изометрического натяжения трансплантата при всех углах сгибания в коленном суставе.

Если расстояние между внутрисуставными апертурами бедренного и большеберцового тоннелей увеличивается при сгибании или разгибании в коленном суставе, то это приводит к чрезмерному натяжению трансплантата и либо к ограничению амплитуды движений, либо к разрыву трансплантата.

У.К. Kim с соавторами понятие «изометричного» расположения трансплантата ПКС определено как изменение его длины при полном разгибании и сгибании в коленном суставе не более чем на 2 мм. Ими определялась изометричность расположения трансплантата после его установки до фиксации в большеберцовом тоннеле по величине продольного движения выступающей из большеберцового тоннеля части трансплантата.

Для объективной оценки правильности расположения бедренного тоннеля нередко используется метод квадрантов Bernard, для чего необходимы выполнение рентгенографии или компьютерной томографии. В боковой проекции отмечают линию Blumensaat, которая соединяет наиболее переднюю и наиболее заднюю части крыши межмыщелкового пространства. Нижнюю границу прямоугольника строят строго параллельно линии Blumensaat и по касательной к наиболее дистальной точке латерального мыщелка бедренной кости. Затем достраивают две оставшиеся грани прямоугольника. Правильность расположения бедренного тоннеля рассчитывается с помощью вычисления расстояния от линии Blumensaat в проксимально-дистальном направлении и расстояния от наиболее кзади расположенной части латерального мыщелка бедренной кости в дорсально-вентральном направлении. Для объективной оценки расположения большеберцового тоннеля пользуются линиями Amis и Jakob – расстояние между передним краем плато большеберцовой кости до центра тоннеля выраженное в процентах от передне-заднего размера проксимального её отдела. Оба эти метода требуют использования рентгенографии, ориентируются на модель среднестатистического коленного сустава и в ежедневной практике, как правило, не используются.

Имеются работы по применению навигационных компьютерных систем для изометрической реконструкции ПКС, но, к сожалению, дороговизна данной системы в совокупности с невозможностью даже при

её использовании исключить человеческий фактор делает данную методику недоступной для широкого практического применения.

Таким образом, на сегодняшний день нет чётких критериев для формирования изометричных тоннелей для пластики ПКС, как нет и способа интраоперационного определения изометрии до формирования костных тоннелей. При этом встречаются лишь общие рекомендации о «более высоком» формировании бедренного тоннеля, либо о «более переднем» расположении тиббиального тоннеля.

В литературе встречаются неоднократные упоминания о важности изометричного расположения трансплантата передней крестообразной связки при её пластике. Тем не менее приводятся лишь анатомические и рентгенологические ориентиры для правильного расположения бедренного и большеберцового тоннелей, а определение собственно изометрии сводится к степени смещения трансплантата уже после его установки, когда изменить расположение тоннелей уже не представляется возможным.

Более того, исследование 2019 года Y. Tanabe с соавт., в котором проводилась оценка изометрии при различном положении бедренного и большеберцового тоннелей, подтверждает невозможность общих конкретных рекомендаций по изометричному формированию тоннелей.

Способы фиксации трансплантата, направленные на создание максимальной площади контакта трансплантата и кости.

На сегодняшний день имеется не так много способов фиксации трансплантата, направленных на создание максимальной площади контакта трансплантата и кости при использовании в качестве трансплантата сухожилий подколенных мышц, при которых не использовались бы внутритуннельные фиксаторы. Интерферентные резорбируемые винты ограничивают площадь контакта между сухожилием и костным тоннелем,

т.к. большая часть тоннеля заполняется самим винтом, в то время как кортикальная фиксация лишена этого недостатка. Более того, при использовании интерферетных резорбируемых винтов тоннель в поперечном сечении приобретает форму эллипса, что неизбежно приводит к расширению костного тоннеля.

Известен способ безимплантной фиксации трансплантата из сухожилий подколенных мышц, позволяющий избежать осложнений, связанных с установкой имплантов в костные тоннели. При этом способе трансплантат проводят из бедренного тоннеля в полость сустава и большеберцовый тоннель. Фиксация в бедренном ступенчатом тоннеле (более широкая его часть находится проксимально, более узкая – дистально) обеспечивается за счёт заклинивания проксимального конца трансплантата, предварительно многократно прошитого нитями для увеличения его толщины. Фиксация в большеберцовом тоннеле достигается за счёт завязывания нитей, проведённых через дистальный конец трансплантата, над костным мостиком между большеберцовым тоннелем и каналом. Однако при этом способе для формирования четырёхпучкового трансплантата необходимы два сухожилия – полусухожильной и нежной мышц, а также необходим дополнительный доступ по наружной поверхности бедренной кости для проведения трансплантата, что значительно увеличивает травматичность операции.

Известен также способ подготовки четырёхпучкового трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы для использования по методике «all-inside» (рис. 6), при котором в бедренной и большеберцовой костях формируют два ступенчатых тоннеля и трансплантат вводят в оба тоннеля из полости сустава, а затем фиксируют кортикальными фиксаторами на бедренной и большеберцовой костях.

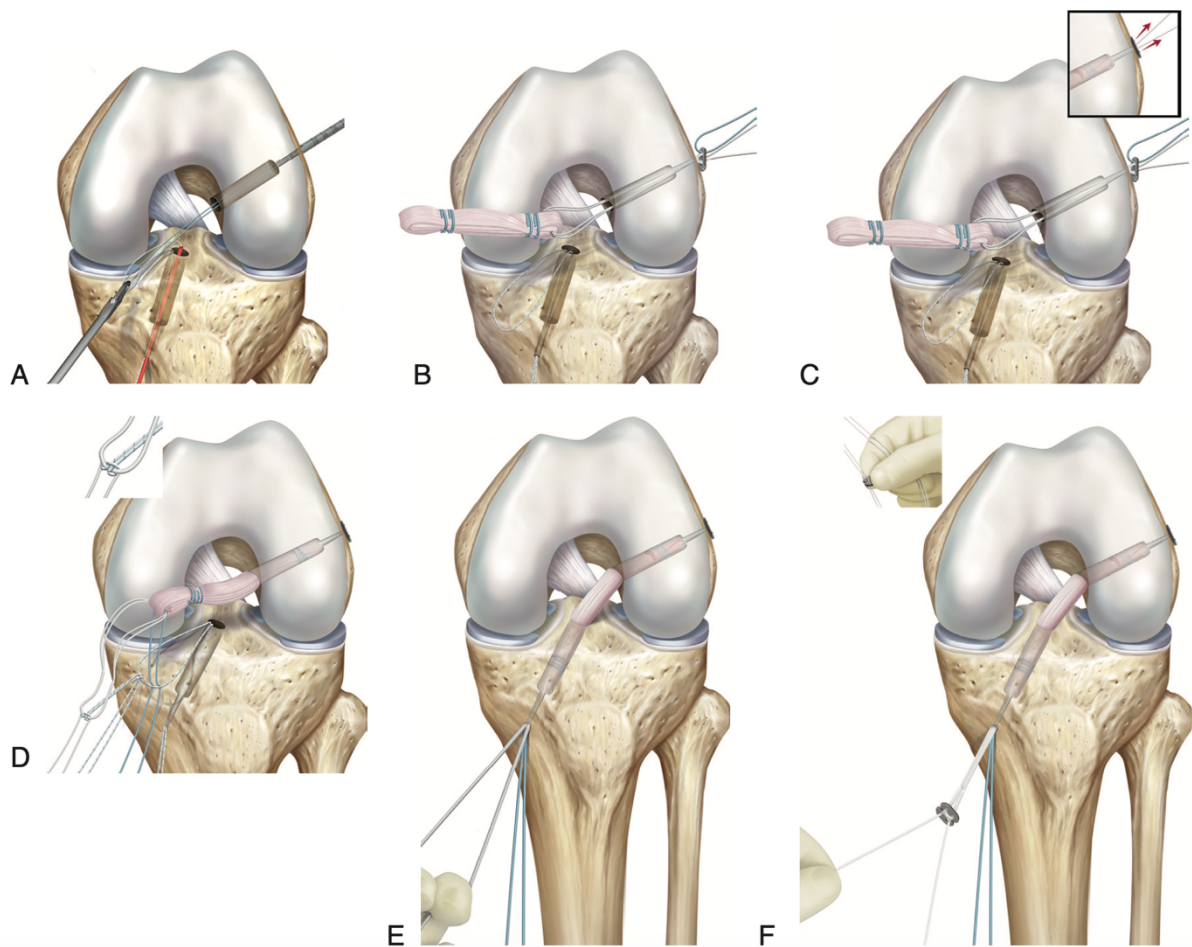


Рис. 6. Схема выполнения пластики ПКС по методу «all-inside».

При использовании обоих выше указанных способов между трансплантатом и стенками костных тоннелей образуется пространство, куда попадает внутрисуставная жидкость, что препятствует интеграции сухожилия и кости.

При другом оригинальном способе проксимальный конец трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы (устанавливаемый в тоннель бедренной кости) прошивают стандартным способом, подходящим для кортикальной фиксации на бедренной кости. Дистальный конец прошивают гофрирующим (при потягивании за нити) швом, проксимальнее гофрирующего шва для дополнительной фиксации проводят нить Ethibond No.2. После установки трансплантата нити

гофрирующего шва натягивают и завязывают над костным мостиком вместе с нитями Ethibond No.2.

Данный способ позволяет использовать гофрирующий шов и решить проблему с неплотным прилеганием трансплантата к стенкам костного тоннеля только в большеберцовой кости. При натяжении и проведении трансплантата до его окончательной фиксации могут возникать проблемы (особенно при движении трансплантата в дистальном направлении во время его натягивания), связанные с препятствием движению трансплантата из-за подворачивания его дистального свободного конца (который гофрируется, т.е. расширяется и укорачивается, при потягивании за нити).

Отдалённые результаты пластики передней крестообразной связки с использованием безимплантной пресс-фит технологии фиксации трансплантатов из сухожилий подколенных мышц и из связки надколенника сопоставимы, но в группе с использованием трансплантата из сухожилий подколенных мышц боль в области передней поверхности коленного сустава наблюдалась гораздо реже.

Профилактика инфекционных осложнений при пластике ПКС.

Частота инфекционных осложнений после пластики ПКС варьирует от 0,14 до 1,7%. Возбудителями инфекции в данном случае чаще всего являются коагулазо-негативный стафилококк и золотистый стафилококк. Причём наиболее высокая частота инфекционных осложнений отмечена при использовании сухожилий подколенных мышц в качестве трансплантата. Одним из основных источников контаминации трансплантата является его контакт с кожей.

Традиционно для профилактики инфекции используются различные антибиотики. Рекомендации по применению антибиотиков варьируют: одни авторы предлагают введение антибиотика минимум за 10 минут до

надувания манжеты турникета, другие – за 15-120 минут до кожного разреза.

Первая работа по обработке трансплантата раствором ванкомицина для профилактики инфекционных осложнений опубликована в 2012 году. В ней сообщается о нулевой частоте инфекционных осложнений после пластики ПКС с применением раствора ванкомицина. Ряд свойств данного антибиотика, таких как низкая аллергенность, безопасность при локальном применении, бактерицидная активность в отношении коагулазо-негативного стафилококка и золотистого стафилококка, делают его вполне подходящим для этого. Авторы статьи предлагали оборачивать трансплантат салфеткой, смоченной раствором ванкомицина (5 мг/мл), подготовленным путём разведения 500 мг антибиотика в 100 мл стерильного раствора 0,9% хлорида натрия.

В некоторых работах рекомендуют использовать 4% раствор хлоргексидина для обработки аутосухожилий, забранных для подготовки трансплантата, с целью их деконтаминации. В других исследованиях рекомендуют применение 0,05% раствора хлоргексидина, что способствует полной эрадикации эпидермального стафилококка из биоплёнки, причём эффективность его выше, чем у других используемых антисептиков, таких как повидон-йод и гипохлорит натрия. Но также имеются работы, в которых указывается на негативное действие 4% раствора хлоргексидина на сухожильную ткань трансплантата. В то же время данных о негативном влиянии раствора ванкомицина в концентрации до 10 мг/мл на сухожильный трансплантат пока нет.

Для выполнения пластики ПКС широко используется пневматический турникет, накладываемый на бедро оперируемой конечности. В одном из исследований установлено, что 33% манжет пневматических турникетов после использования и протирания материей, смоченной в растворе гипохлорита натрия, контаминированы коагулазо-

негативным стафилококком, который является возбудителем послеоперационной хирургической инфекции. Данный факт требует более агрессивной обработки пневматических манжет турникетов.

Несмотря на использование современных антибиотиков и комплексных профилактических мер существенно снизить количество хирургических инфекций не получается. Более широкое использование биосовместимых антисептиков с бактерицидной активностью даёт обнадёживающую альтернативу в условиях повышающейся устойчивости микроорганизмов к антибиотикам.

Хирургическая техника пластики передней крестообразной связки трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы (по авторской методике).

С учётом проблем, возникающих при традиционной пластике передней крестообразной связки трансплантатами из сухожилий подколенных мышц, мы разработали свою методику с использованием сухожилия полусухожильной мышцы, гофрирующих швов, оригинального тиббиального фиксатора (EndoCap) и способом определения изометричности расположения трансплантата. Данный метод отличается малой травматичностью (травматизацией донорской зоны), воспроизводимостью, надёжностью и лёгкостью проведения ревизионной операции, в случае её необходимости.

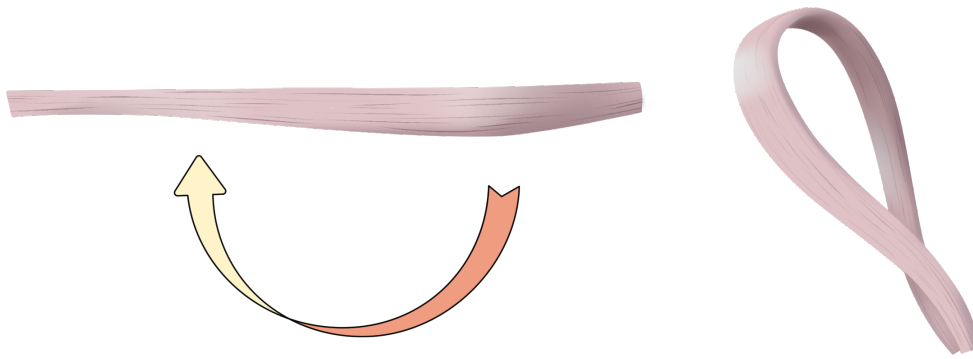


Рис. 7. После забора сухожилия полусухожильной мышцы трансплантат складывают пополам.

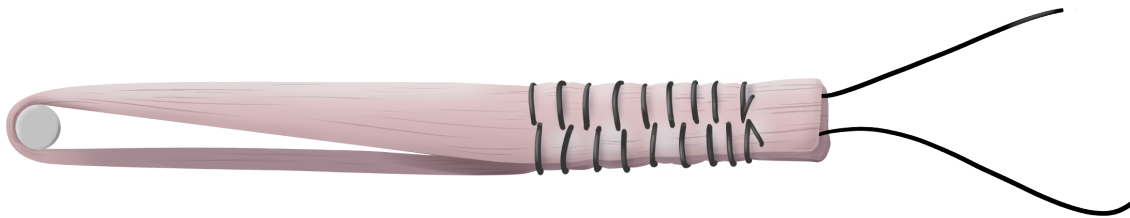


Рис. 8. Оба конца сухожилия прошивают вместе нерассасывающимся шовным материалом.



Рис. 9. Сложенный пополам трансплантат проводят через петлю бедренной кортикальной пуговицы, затем один из концов нити, которой прошиты оба конца трансплантата, проводят в сформированную сухожильную петлю трансплантата, трансплантат фиксируют в натянутом состоянии на препаровочном столике.



Рис. 10. Проксимальный и дистальный концы трансплантата прошивают циркулярными швами из нерассасывающегося шовного материала, проходя при этом насквозь все пучки трансплантата в поперечном направлении.

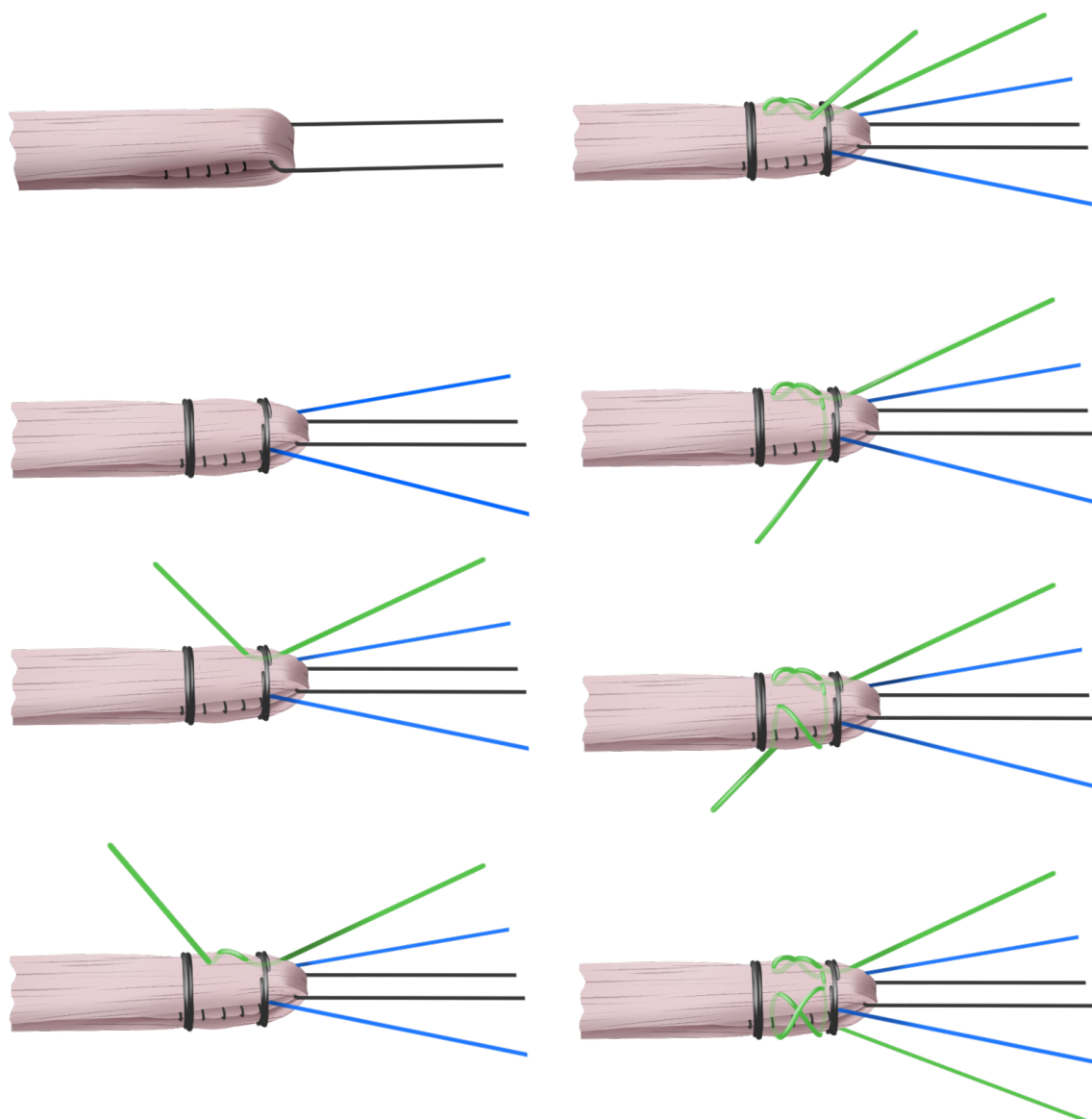


Рис. 11. Приступают к наложению гофрирующих швов (нерассасывающийся шовный материал) на проксимальный и дистальный концы трансплантата согласно схеме. Формирование шва показано на примере дистального конца трансплантата (зелёные нити). Синие нити идут от наложенного проксимального гофрирующего шва. Гофрирующие швы обеспечивают дополнительную внутритоннельную плотную фиксацию трансплантата за счёт увеличения диаметра трансплантата после тяги за концы гофрирующих швов.

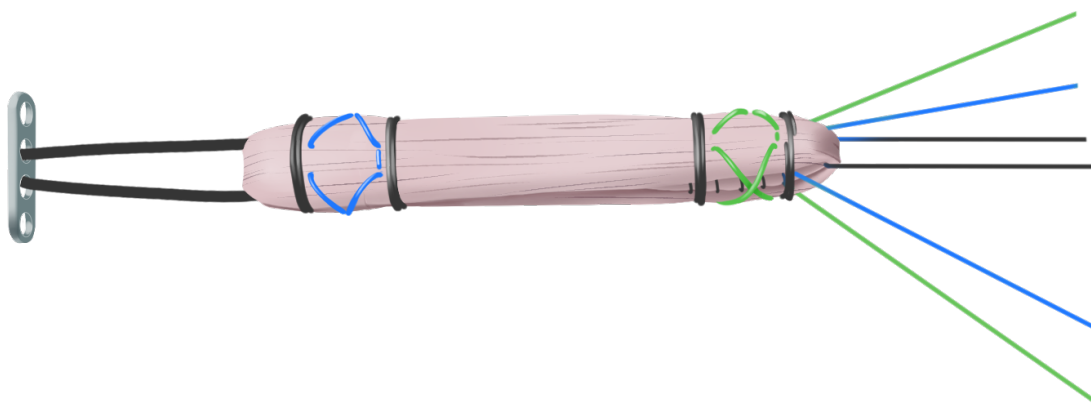


Рис. 12. Внешний вид подготовленного трансплантата (с проксимальным и дистальным гофрирующими швами).



Рис. 13. Внешний вид подготовленного трансплантата (после попарного продевания нитей в отверстия EndoCap)

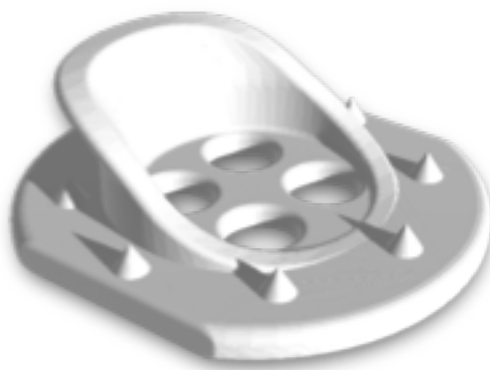


Рис. 14. Внешний вид тибияльного фиксатора EndoCap.

Нами был разработан метод, позволяющий интраоперационно определить изометричность расположения бедренного и большеберцового тоннелей до их формирования (с возможностью коррекции) при пластике передней крестообразной связки. Данный метод подробно описан ниже.

Сначала маркируем центры внутрисуставных апертур тоннелей артроскопическим монополярным коагулятором в форме шарика (рис. 15).

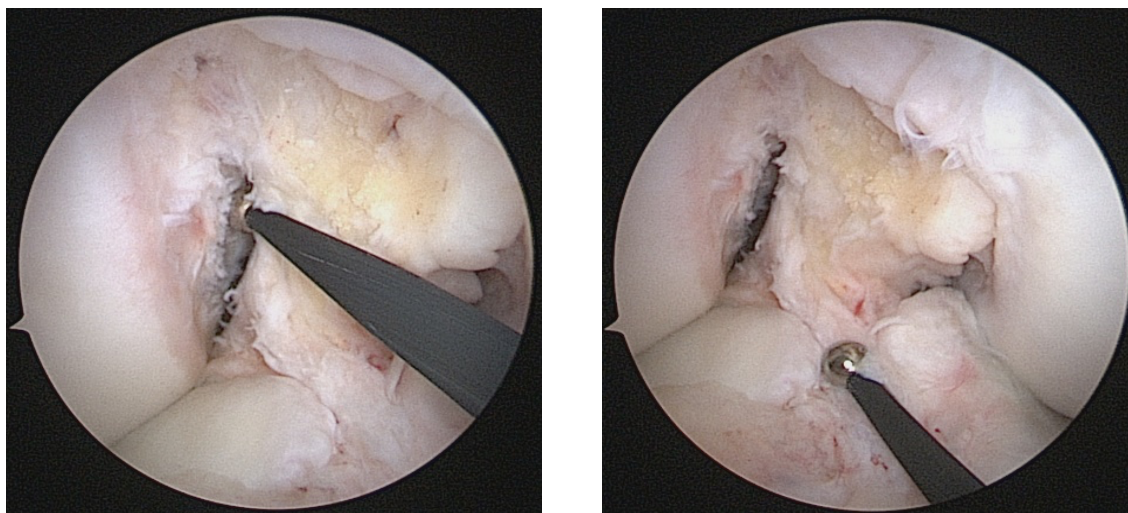


Рис. 15. Маркировка центров внутрисуставных апертур бедренного (слева) и большеберцового (справа) тоннелей артроскопическим монополярным коагулятором в форме шарика.

Для создания устройства для определения изометрии используют 2 толкателя узла – один стандартного размера, применяемый при артроскопии плечевого сустава, и один малого размера Small Knot Pusher (Arthrex), а также плетёную нить 2/0. Один из концов нити продевают в ушко малого толкателя узла, затем оба свободных конца продевают в ушко стандартного толкателя узла и фиксируют нити прижимая их к телу стандартного толкателя узла в натянутом состоянии. Формируют импровизированный измеритель, изображённый на рисунке 16.

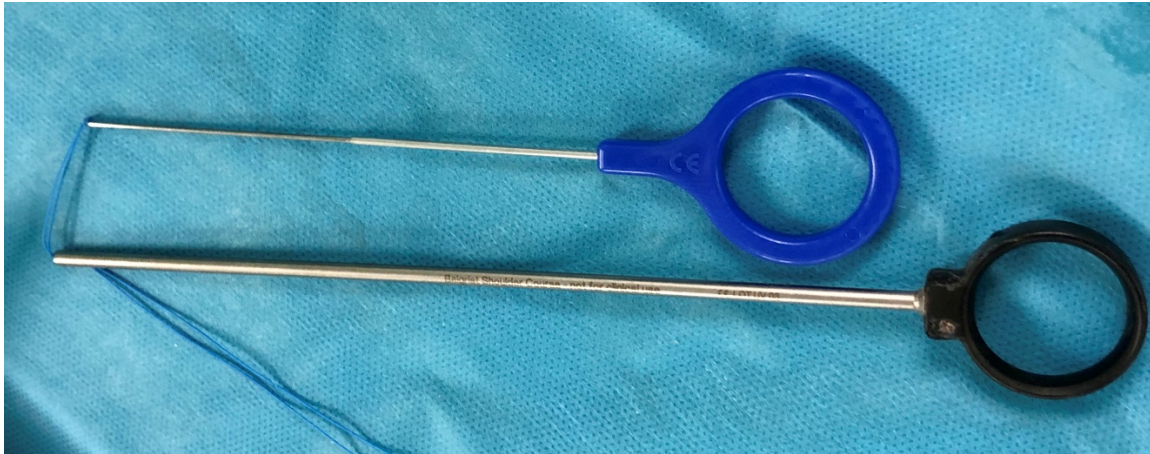


Рис. 16. Внешний вид измеряющего устройства.

Концы обоих толкателей узла вводят в коленный сустав через переднемедиальный порт. Конец толкателя узла малого размера размещают в области метки, поставленной коагулятором для маркировки центра предполагаемого бедренного тоннеля. Конец стандартного толкателя узла – в области метки, поставленной коагулятором для маркировки центра большеберцового тоннеля. Концы обоих толкателей узла устанавливают на костные структуры. Затем натягивают оба конца нити вне сустава и плотно прижимают нить к телу стандартного толкателя узла. Ассистент контролирует положение артроскопической камеры и помогает осуществлять сгибание и разгибание в коленном суставе (рис. 17).

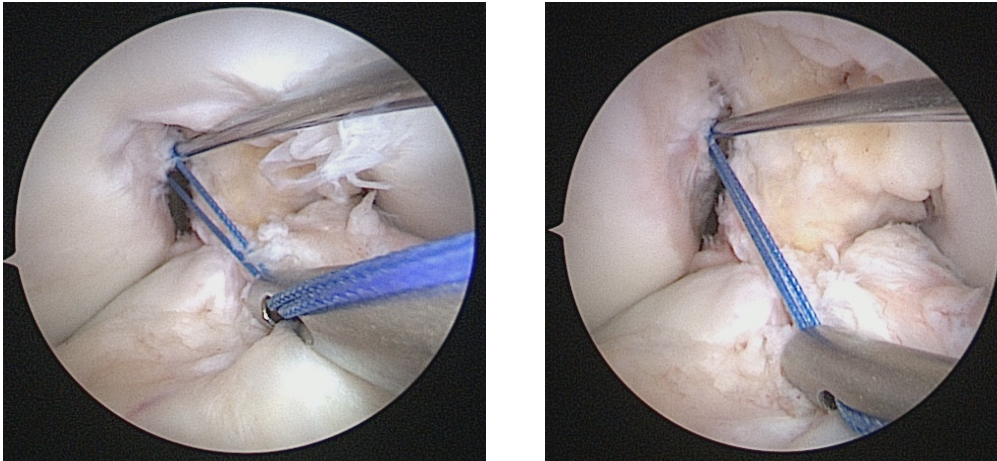


Рис. 17. Артроскопическая картина расположения концов толкателей узла при разгибании (слева) и сгибании (справа) в коленном суставе.

При неизометричном расположении центров планируемых тоннелей во время сгибания и разгибания в коленном суставе расстояние между концами толкателей узла меняется, что заметно по смещению концов нитей относительно тела стандартного толкателя узла. При необходимости количественной оценки степени неизометричности хирургическим маркером устанавливают метки на нити и теле толкателя узла (на одном уровне) и определяют величину смещения в миллиметрах по величине смещения меток на инструменте и нити при сгибании и разгибании в коленном суставе. При установлении неизометричности положение концов толкателей узла корректируют и вновь проводят циклы сгибания и разгибания в коленном суставе до тех пор, пока не будут определены изометричные точки фиксации.

После определения изометричных точек расположения бедренного и большеберцового тоннелей проводят их формирование с расположением направляющих спиц в центрах изометрии. Далее по спицам формируют тоннели по стандартной методике с использованием головчатых свёрел – ступенчатый тоннель в бедренной кости и сквозной тоннель в большеберцовой кости в соответствии с диаметром трансплантата.

Устанавливают трансплантат (рис. 18) и фиксируют его на бедренной кости кортикальным фиксатором, на большеберцовой кости фиксатором EndoCap (рис. 19).

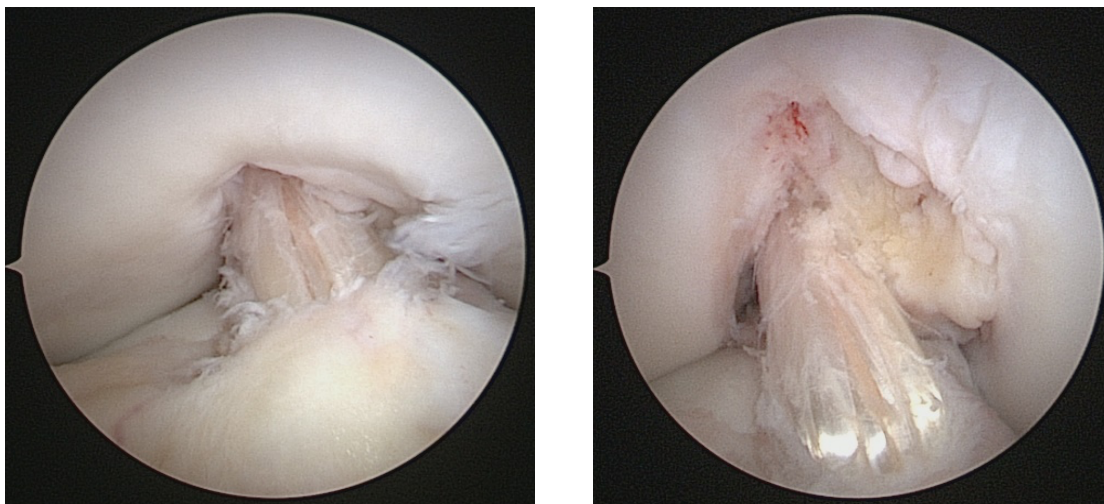


Рис. 18. Артроскопическая картина расположения трансплантата при разгибании (слева) и сгибании (справа) в коленном суставе.

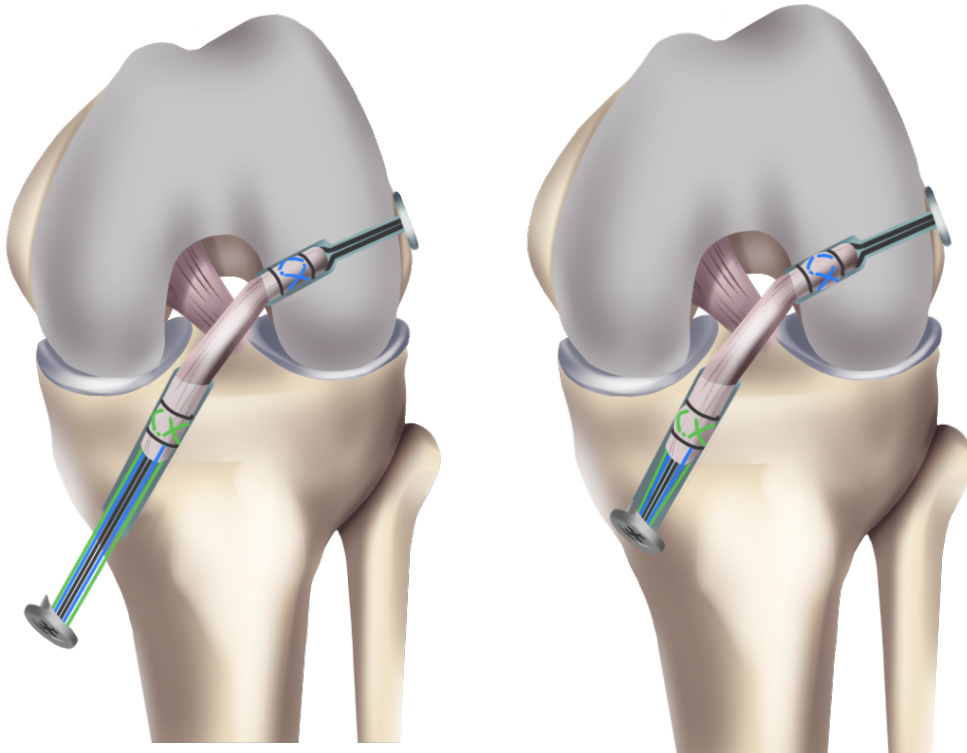


Рис. 19. После формирования бедренного и сквозного большеберцового костных тоннелей в изометричных областях выполняют бедренную кортикальную фиксацию трансплантата, а затем большеберцовую фиксацию EndoCap.

Последовательность и особенности большеберцовой фиксации EndoCap.

- Концы 3 пар свободных нитей, которые выходят через большеберцовый костный тоннель, разделяют и продевают попарно в отверстия EndoCap с нижней его поверхности (со стороны расположения «шипов») таким образом, чтобы завязываемые узлы парных нитей располагались над «мостиками» между отверстиями.
- EndoCap захватывают за плоские грани изогнутым зажимом Бильрота (или любым другим подобным зажимом), позиционируют так, чтобы

метка, указывающая на «козырёк», располагалась в проксимальном по отношению к коленному суставу направлении.

- EndoCap с помощью зажима устанавливается на выходе из большеберцового костного тоннеля таким образом, чтобы «козырёк» полностью погрузился в костный тоннель и упирался в проксимальный, по отношению к коленному суставу, край большеберцового костного тоннеля.
- В положении постоянного натяжения, при сгибании в коленном суставе 30 градусов, нити, выходящие из отверстий EndoCap, попарно завязывают над «мостиками» между отверстиями в следующей последовательности: сначала чёрные нити, затем зелёные нити (от дистального гофрирующего шва), затем синие нити (от проксимального гофрирующего шва). Важно: концы гофрирующих нитей завязываются после предварительного попеременного их потягивания (за счёт чего происходит утолщение концов трансплантата, прошитых гофрирующими швами, в костных тоннелях).

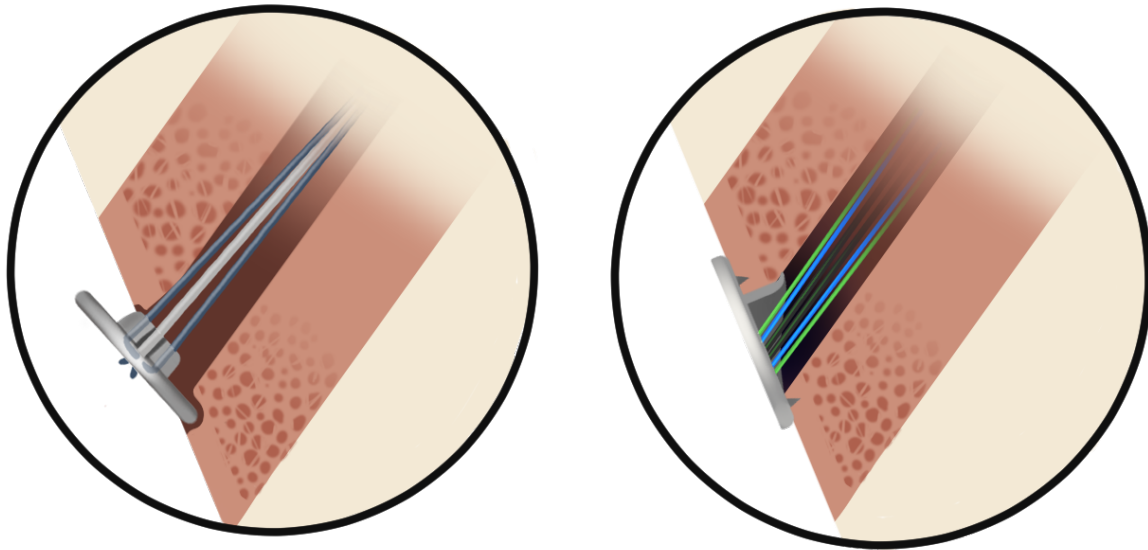


Рис. 20. EndoCap в отличие от традиционных тибальных кортикальных пуговиц обеспечивает максимально стабильную фиксацию за счёт конструктивных особенностей, учитывающих косой ход тибального тоннеля при пластике передней крестообразной связки. Слева традиционная пуговица, справа – EndoCap (на поперечных срезах большеберцовых тоннелей).



Рис. 21. КТ через 9 месяцев после фиксации традиционным большеберцовым кортикальным фиксатором с использованием гофрирующих швов.



Рис. 22. КТ через 3 месяца после большеберцовой фиксации EndoCap и использованием гофрирующих швов.

Особенности предложенного большеберцового фиксатора EndoCap.

- EndoCap универсален – позволяет осуществлять кортикальную фиксацию мягкотканых трансплантатов в тоннелях большеберцовой кости диаметром от 8,5 до 12 мм, что позволяет его использовать при первичной пластике передней крестообразной связки и в ревизионных случаях. При использовании более тонкого трансплантата необходимо рассверливание наружной апертуры большеберцового тоннеля до 8,5 мм.
- Специальный «козырёк» на фиксирующем устройстве эффективно предотвращает его смещение в проксимальном направлении при натяжении фиксирующих трансплантат нитей.
- Специальные «шипы» на нижней поверхности фиксирующего устройства предотвращают вращение пуговицы после затягивания нитей и значительно уменьшают давление на надкостницу вокруг входа в тоннель большеберцовой кости.
- Метка на верхней стороне фиксирующего устройства указывает на локализацию «козырька» на нижней поверхности пуговицы для точного его позиционирования во время установки.
- Плоские грани по сторонам от «козырька» позволяют удобно захватывать фиксирующее устройство зажимами, значительно облегчая его установку.

Тестовые задания

1. В строении передней крестообразной связки выделяют:
 - А) передний и задний пучки
 - Б) передне-внутренний и задне-наружный пучки
 - В) задне-внутренний и передне-наружный пучки
 - Г) внутренний и наружный пучки

2. При сгибании в коленном суставе натягиваются:
 - А) задне-наружный пучок
 - Б) оба пучка
 - В) передне-внутренний пучок
 - Г) натяжение пучков не меняется при сгибании и разгибании

3. «Гребень резидента» — это анатомическое образование в области:
 - А) латеральной стенки межмышцелковой вырезки бедренной кости
 - Б) медиальной стенки межмышцелковой вырезки бедренной кости
 - В) межмышцелкового возвышения
 - Г) бугристости большеберцовой кости

4. Проксимальнее бифуркационного гребня на бедренной кости располагается область прикрепления:
 - А) задне-наружного пучка ПКС
 - Б) всех пучков
 - В) передне-внутреннего пучка ПКС
 - Г) задней крестообразной связки

5. Максимальная прочность на разрыв здоровой ПКС составляет:

А) до 2000 N

Б) до 5000 N

В) до 10000 N

Г) точные данные отсутствуют

6. Какое сухожилие(я) не подходит для аутопластики передней крестообразной связки?

А) сухожилие полусухожильной мышцы

Б) пяточное сухожилие

В) сухожилие четырёхглавой мышцы бедра

Г) сухожилие передней большеберцовой мышцы

7. Какие осложнения возможны при заборе сухожилий подколенных мышц?

А) расширение костных тоннелей

Б) нарушение чувствительности по внутренней поверхности голени

В) боль в переднем отделе коленного сустава

Г) снижение силы сгибания в коленном суставе

8. Расширение костных тоннелей после пластики ПКС происходит вследствие:

А) сминания губчатой кости при введении интерферентного винта

Б) продольных движений трансплантата в тоннелях

В) движений трансплантата в поперечном направлении

Г) неизометричного расположения трансплантата

9. Расширение костных тоннелей после пластики ПКС влияет на:

А) функциональный результат

Б) ни на что не влияет

В) возможность выполнить одноэтапную ревизионную операцию, если она понадобится

Г) частоту инфекционных осложнений

10. Основные причины(а) разрыва трансплантата после пластики ПКС:

А) неправильный выбор аутопластического материала

Б) некорректное расположение трансплантата

В) повторная травма

Г) использование кортикальных фиксаторов

№	ОТВЕТЫ
1	Б
2	В
3	А
4	В
5	А
6	Б, Г
7	Б, Г
8	А, Б, В, Г
9	В
10	Б, В

Рекомендуемая литература.

1. Лазишвили Г.Д., Королев А.В. Повреждения передней крестообразной связки коленного сустава. Диагностика, лечение, реабилитация. Авторский тираж, 2013. 370 с.
2. Штробель М. Руководство по артроскопической хирургии. БИНОМ, 2012. Том 1. 672 с.
3. Lubowitz, J.H. All-inside anterior cruciate ligament graft link: graft preparation technique. / Lubowitz J.H. // Arthrosc Tech. – 2012. – Vol.1, №2. – P.165–168.
4. Lubowitz, J.H. All-inside anterior cruciate ligament graft-link technique: second-generation, no-incision anterior cruciate ligament reconstruction. / Lubowitz J.H., Ahmad C.S., Anderson K. // Arthroscopy. – 2011. Vol.27, №5. – P.717–727.
5. Michael J. Strobel. Manual of Arthroscopic Surgery / Strobel M.J. –Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002. – 1090 p.
6. Norman Scott, W. Insall & Scott surgery of the knee. / W. Norman Scott. - Elsevier, 6th ed., 2017. - 2360 p.
7. Noyes, Frank R. Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes. / Frank R. Noyes, Sue D. Barber-Westin. – Elsevier, 2nd ed., 2017. – 1280 p.
8. Pietro Randelli, David Dejour, C. Niek van Dijk. Arthroscopy: Basic to Advanced. / Randelli P., Dejour D., Niek van Dijk C. – Springer; 1st ed. 2016. – 1152 p.
9. Radu Prejbeanu. Atlas of Knee Arthroscopy. / Prejbeanu. R.– Springer-Verlag London, 2015. – 193 p.