

Техника операции

В типичных случаях мы выполняем артроскопическую реконструкцию ПКС по так называемой одноступенчатой транстибиальной методике. Суть данного способа заключается в том, что вначале формируют туннель для связки в медиальном мышечке большеберцовой кости, а затем через него выполняют туннель в латеральном мышечке бедра и проводят трансплантат ПКС через большеберцовый туннель в сустав и далее в бедренный туннель. Транстибиальная техника до настоящего времени остается наиболее воспроизводимой в мировой хирургической практике и позволяет при соблюдении определенных условий анатомично расположить и надежно фиксировать трансплантат ПКС [15, 16, 27 и др.].

Есть хирурги, которые предпочитают выполнять бедренный туннель через дополнительный медиальный доступ, т.е. независимо от большеберцового [26, 31, 32 и др.]. Такой способ позволяет разместить туннели в анатомическом центре ПКС, но имеет ряд недостатков: трудность визуализации при сверлении в положении 120° сгибания коленного сустава, риск повреждения хряща медиального мышечка бедра и перелома задней стенки туннеля сверлом большого диаметра, сложности при имплантации и фиксации костного блока трансплантата в косом и коротком туннеле.

В ряде случаев целесообразно применить 2-доступную технику, когда бедренный туннель выполняют снаружи внутрь из отдельного надмышечкового разреза. Второй доступ на бедре может быть необходим при следующих обстоятельствах:

1. Если большеберцовый туннель выполнен некорректно и не позволяет провести ориентирующую спицу и сверло к центру прикрепления ПКС на бедре.
2. Если планируется фиксация проксимального костного блока трансплантата методом заклинивания.
3. В ревизионных случаях, когда старый бедренный туннель слишком широкий или содержит фиксаторы, которые могут мешать проведению нового туннеля.

Положение пациента на операционном столе, подготовка к операции

Анестезиологическая бригада выполняет катетеризацию периферической вены и проводит наиболее оптимальный вариант регионарной анестезии. За 10 минут до операции внутривенно вводят терапевтическую дозу антибиотика широкого спектра действия, например 1 грамм цефазолина.

После достижения анестезии пациента укладывают на операционный стол, имеющий опускающиеся ножные концы. На уровне нижней трети бедра устанавливают боковой упор, позволяющий применять к колену боковую нагрузку для раскрытия медиального и латерального отделов. На верхнюю треть бедра накладывают нестерильный пневматический турникет для обескровливания ноги в ходе операции, насос

размещают на груди пациента в доступности для анестезиолога. Поскольку хирурги выполняют операцию стоя, то стол поднимают так, чтобы колено было на уровне живота хирурга. Для повышения комфорта пациента под поясницу подкладывают небольшой валик, а столу придают положение пологого кресла, т. е. слегка приподнимают головной и тазовый концы стола (рис. 1).

Рядом с операционным столом устанавливают артроскопическую стойку монитором к хирургу и ассистенту, которые будут стоять лицом к ногам пациента. Из артроскопического оборудования надо иметь эндовидеокамеру и видеомонитор, помпу для эндоиригации физиологическим раствором, электромеханический резектор (шейвер) и систему высокочастотной абляции – например, VAPR (DePuy-Mitek). На инструментальном столе размещают электрическую дрель и инструменты для забора, проведения и фиксации трансплантата. Операционное белье для хирургов и пациента должно иметь водозащитный слой.

Артроскопия – диагностика и хирургия сопутствующих внутрисуставных повреждений

Первым этапом операции выполняют полную артроскопическую диагностику и лечение сопутствующих повреждений менисков и хряща. Артроскопические этапы операции выполняют через стандартные парapatеллярные доступы – переднелатеральный (для артроскопа), переднемедиальный (для инструментов) и верхнелатеральный (для дренажной канюли). Разметка планируемых доступов представлена на рис. 2. Внутрисуставные вмешательства целесообразно завершить до забора трансплантата, т.к. в случае возникновения каких-либо технических сложностей или затяжки времени у хирурга остается возможность отложить реконструкцию ПКС на будущее.

Забор и подготовка трансплантата

После артроскопического этапа удаляют артроскоп из полости сустава и приступают к забору трансплантата из средней трети связки надколенника. Типичный продольный разрез по медиальному краю связки от верхушки надколенника до дистальной части бугристости большеберцовой кости позволяет широко обнажить область препаровки, но имеет существенные недостатки. Во-первых, он пересекает поднадколенниковые ветви подкожного нерва бедра, повреждение которых ведет к стойким

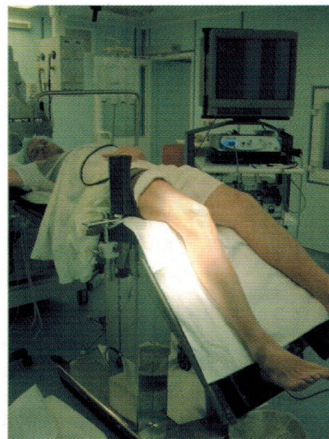


Рис. 1. Положение пациента на операционном столе

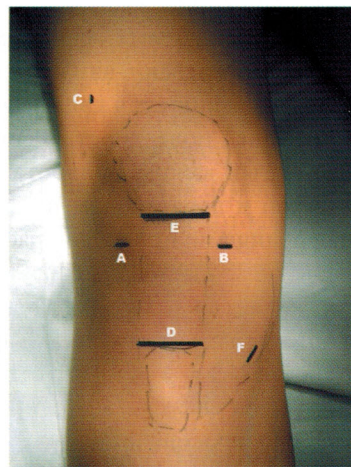


Рис. 2. Разметка операционных доступов: А, В, С – артроскопические доступы; D, E – доступы для забора трансплантата; F – доступ для проведения туннеля и имплантации связки

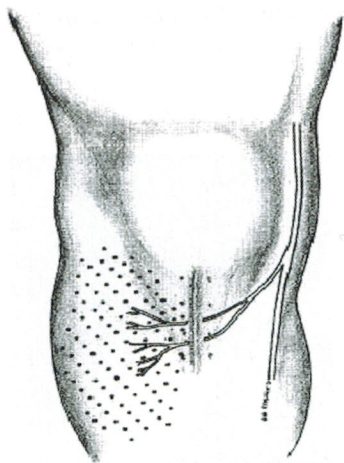


Рис. 3. Топография поднадколенниковых ветвей *n. saphenus* и зона возможного нарушения чувствительности вследствие вертикального разреза

нарушениям чувствительности на голени, а иногда – к образованию болезненных невром в области рубца (рис. 3). Во-вторых, линия разреза проходит перпендикулярно силовым линиям подвижной кожи, что может провоцировать формирование грубого, фиксированного и болезненного рубца. Поэтому мы забираем трансплантат из двух горизонтальных разрезов длиной около 3 см, которые располагаем вне костных выступов [23, 27].

Коленный сустав сгибают на 40–60° от выпрямленного положения, чтобы связка надколенника была натянута. Первый разрез длиной около 3 см выполняют чуть выше основания бугристости большеберцовой кости. По линии разреза рассекают кожу, подкожную клетчатку и поверхностную фасцию. Из разреза с помощью сомкнутых ножниц и пальца мобилизуют ткани над бугристостью и переднемедиальной поверхностью медиального мыщелка большеберцовой кости до угла между передним краем внутренней боковой

связки и верхним краем сухожилий гусиной лапки. Затем выполняют такой же горизонтальный разрез чуть ниже верхушки надколенника, кожу не мобилизуют.

На дне нижнего разреза обнаруживают белесоватую ткань паратенона, покрывающего связку. Его волокна ориентированы в горизонтальном направлении, т.е. перпендикулярно подлежащим волокнам связки. По средней линии дистального конца связки остроконечным скальпелем на участке около 2 см продольно рассекают паратенон. Разрез продлевают вниз над бугристостью. Листки паратенона отделяют от связки, четко выделив края связки у большеберцового прикрепления. Между паратеноном и передней поверхностью связки по направлению к верхушке надколенника вводят изогнутый зажим Бильрота. Разводя бранши зажима, формируют туннель между связкой и паратеноном на ширину связки. Проводят зажим до верхнего разреза и над браншами продольно рассекают паратенон и препателлярную сумку от верхушки надколенника до его основания. На уровне кожного разреза делают поперечные послабляющие разрезы паратенона примерно по 0,5–1 см.

Поскольку связка надколенника наиболее узкая у бугристости, то выкраивание трансплантата начинают с дистального конца. На уровне нижнего разреза определяют края связки, приподнимают паратенон крючком Фарабефа, и в средней трети узким остроконечным скальпелем снизу вверх от бугристости до верхушки надколенника делают два параллельных разреза, формируя полосу трансплантата шириной 10–12 мм (в зависимости от исходной ширины связки). Колено разгибают до угла 10–30°, чтобы легче было раскрыть рану книзу. Далее скальпелем размечают контуры будущего костного блока на бугристости длиной 30 мм и шириной соответственно полоске трансплантата.

Костные блоки можно формировать с помощью специальной узкой осциллирующей пилы, причем лезвие должно иметь ограничитель глубины пропила. Но безопаснее и экономичнее использовать узкое острое долото и молоток. Костный блок из бугристости формируют с помощью долота шириной 10 мм с односторонней длинной заточкой, наподобие стамески (рис. 4). Продолжая линию разрезов на связке, долотом зарубаются в кортикальный слой кости на глубину примерно 4–5 мм на протяжении 30 мм. Долото ставят скосом к средней линии блока, чтобы не повредить костные прикрепления остающихся частей связки. На конце продольных канавок выполняют поперечную зарубку шириной соответственно полоске трансплантата на глубину 8–10 мм. Далее углубляют канавки на глубину 8–10 мм навстречу друг другу, устанавливая долото под углом около 45°. Выкраивание костного блока выполняют легкими ударами молотком в несколько приемов (наподобие чеканки по металлу), формируя равномерный трапециевидный блок длиной 30 мм, шириной 10–12 мм и высотой 9–10 мм (рис. 5). Рукоятку молотка лучше держать рукой не за конец рукоятки, а поближе к ударной части, так легче контролировать силу и направление удара. Отделяют и приподнимают блок с дистального конца. Мобилизованный костный блок берут пальцами через развернутую салфетку, натягивают и отделяют трансплантат от оставшихся мягкотканых связей узким скальпелем (рис. 6).

Затем дистальный конец трансплантата выводят в проксимальную рану через туннель под паратеноном (рис. 7). Ассистент одной рукой удерживает большеберцовый костный блок через развернутую салфетку и натягивает трансплантат по оси вниз, в другой руке держит крючок Фарабефа и раскрывает рану над областью остеотомии надколенника. Хирург приступает к формированию проксимального костного блока из надколенника длиной 25–30 мм и шириной соответственно ширине полоски трансплантата. Краем долота по направлению снизу вверх в несколько приемов рассекают кортикальный слой передней поверхности надколенника на глубину 3–4 мм (рис. 8). Проксимальные концы костных канавок ограничивают поперечной зарубкой. Во избежание продольного раскалывания надколенника поперечную зарубку надо выполнить до углубления продольных канавок, причем она должна перекрывать продольные канавки примерно на 0,5–1 мм. Для этого устанавливают долото перпен-



Рис. 4. Формирование костного блока из бугристости большеберцовой кости долотом



Рис. 5. Выделенный костный блок из бугристости трапециевидной формы



Рис. 6. Мобилизованная из нижнего разреза дистальная часть трансплантата

дикулярно проксимальному концу продольной канавки под углом около 45° и внедряют край долота в кость до срединной линии выкраиваемого блока. Аналогично зарубаются со стороны другой продольной канавки. Затем постепенно, шаг за шагом, зарубаются на глубину 8–10 мм, направляя долото к центральной оси будущего костного блока. Окончательно отделяют костный блок у места прикрепления связки к вершуске надколенника и осторожно узким скальпелем отсекают трансплантат от подлежащего жирового тела (рис. 9, 10).



Рис. 7. Трансплантат выведен в проксимальную рану

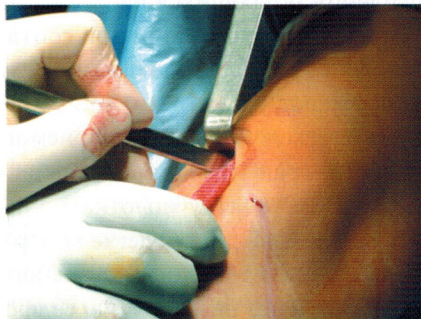


Рис. 8. Формирование проксимального костного блока из надколенника



Рис. 9. Выделенный трансплантат, связь с жировым телом будет отсечена скальпелем



Рис. 10. Сформированный свободный трансплантат из средней трети связки надколенника

Затем на инструментальном столе готовят трансплантат к имплантации. С помощью ножниц зачищают связку от остатков жировой ткани, выравнивают и скрушивают края костных блоков, придавая им желаемый размер и близкую к цилиндрической форму. Костную стружку складывают в лоток и сохраняют до конца операции. Размеры блоков контролируют по специальному шаблону, имеющему туннели разного диаметра. Минимальный диаметр туннеля пробного шаблона, в который полностью проходит костный блок трансплантата, будет указывать на диаметр эндоскопического сверла. Целесообразно, чтобы один из костных блоков был на 1 мм тоньше другого. Более тонкий костный блок будет проксимальным концом трансплантата, т.к. его легче провести через большеберцовый туннель.

В проксимальном блоке перпендикулярно его оси примерно в 5 мм от свободного конца просверливают канал тонкой спицей Киршнера, в дистальном блоке выполняют два отверстия: одно – у свободного края и второе – в середине (рис. 11). Через каналы проводят направляющие нити. В качестве нитей можно использовать капроновую рыболовную леску диаметром 0,7–0,8 мм (рис. 12). Леска – гладкая и относительно жесткая, поэтому ее легко провести в каналы вручную, без иглы. После имплантации и фиксации трансплантата леску легко удалить. Разное количество нитей в костных блоках помогает определить, где проксимальный конец. Кроме того, две нити в дистальном конце снижают вероятность потери натяжения при выполнении интерферентной фиксации трансплантата винтом в большеберцовом туннеле. Измеряют длину проксимального костного блока, мягкой части и общую длину трансплантата. Для измерения удобно воспользоваться эндоскопическим сверлом с разметкой. После подготовки трансплантат заворачивают во влажную салфетку и пристегивают к столу зажимом (защищают от случайного падения).

Края связки и рассеченного паратенона сшивают узловыми швами, используя рассасывающуюся нить викрил 2-0. Из проксимального разреза двумя швами ушивают дефект верхнего конца связки, дополнительно над костным дефектом надколенника сшивают края препателлярной сумки и паратенона. Из дистального разреза накладывают 2–4 шва на края связки и паратенона в средней трети и у большеберцового прикрепления. Кожные раны не зашивают до завершения операции, что уменьшает параартикулярный отек и позволяет контролировать выполнение костных туннелей и имплантацию новой связки.

Артроскопия – подготовка межмышцелковой области

Через латеральный парapatеллярный доступ вводят артроскоп в полость сустава, осматривают межмышцелковую область и остатки передней крестообразной связки. Если поднадколенниковая складка мешает видеть связку, то ее иссекают кусачками и шейвером. Если складка тонкая и не мешает проведению реконструкции, то ее можно оставить. Для четкой визуализации мест большеберцового и бедренного прикрепления связки надо освободить от мягких тканей межмышцелковую стенку латерального мыщелка бедра и латеральную часть межмышцелковой ямки на плато большеберцовой кости. Это можно выполнить с помощью шейвера, но менее травматично – использовать систему высокочастотной абляции. Наиболее подходящим является гибкий

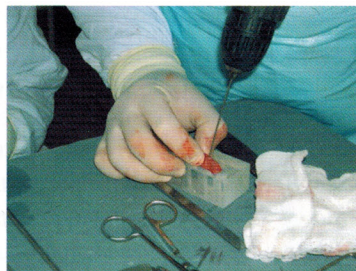


Рис. 11. Просверливание каналов для нитей в костных блоках с помощью тонкой спицы. Рядом на столе - долото с односторонней заточкой

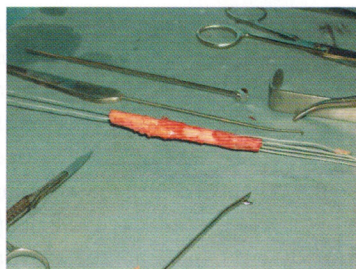


Рис. 12. Подготовленный к имплантации и прошитый лесками трансплантат: одна леска – в проксимальном костном блоке, две – в дистальном

электрод с боковым расположением рабочей части, который имеет заданную температуру резекции – 120° , коагуляции – 90° .

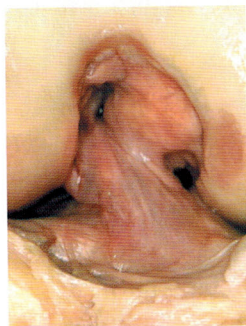


Рис. 13. Нормальный вид крестообразных связок, покрытых единым синовиальным покровом

Артроскоп устанавливают над передним рогом латерального мениска и напротив межмыщелкового края латерального мыщелка бедра. Нередко можно наблюдать сохранившуюся дистальную часть ПКС, покрытую отечной синовией, которая переходит в синовиальную «подушку», покрывающую проксимальный отдел задней крестообразной связки (рис. 13). При проксимальных разрывах ПКС ее длинная культя может срастись с ЗКС и оставаться в натяжении. Прежде чем приступить к подготовке места для проведения новой связки, надо иметь в виду несколько обстоятельств. Во-первых, кровоснабжение крестообразного комплекса осуществляется средней коленной артерией, идущей от подколенной артерии и разветвляющейся в синовиальном покрове связок (рис. 14). Во-вторых, в синовиальной оболочке и на поверхности связок располагаются нервные рецепторы, обеспечивающие проприоцептивные рефлекторные связи, реализующие стабилизирующую функцию мышц. В-третьих, передняя крестообразная связка имеет широкое веерообразное прикрепление к большеберцовой кости наподобие гусиной лапки, которое невозможно восстановить при замещении связки трансплантатом. Поэтому сохранение, по возможности, большей части культы ПКС и своеобразной синовиальной брыжейки представляется важной задачей для создания условий к более полноценному приживлению и функционированию трансплантата. Кроме того, культя ПКС может служить ориентиром для проведения направляющей спицы (рис. 15).

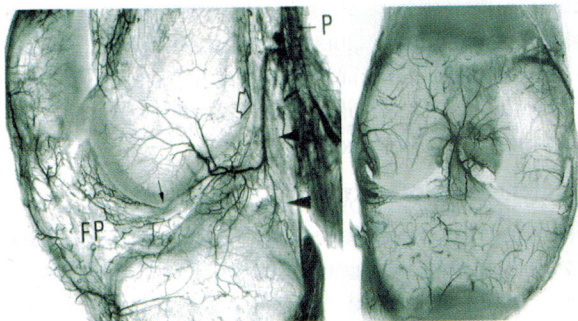


Рис. 14. Кровоснабжение крестообразных связок: от подколенной артерии (P) отходит средняя коленная артерия (контурная стрелка), которая разветвляется в синовиальном покрове связок

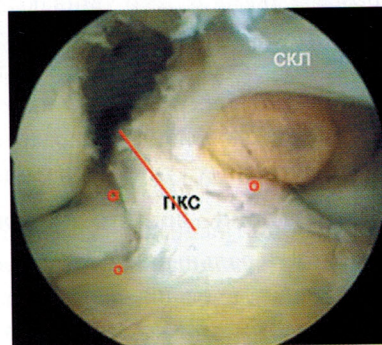
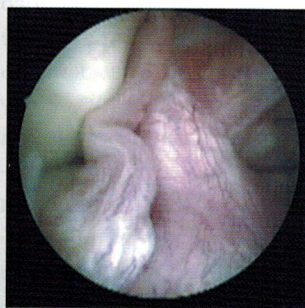
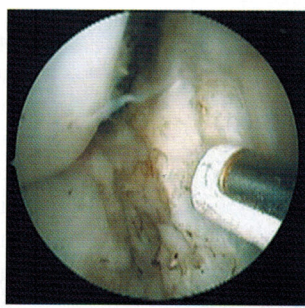


Рис. 15. Межмыщелковая область после обработки: сохранены культя ПКС, синовиальный покров и поднадколенниковая складка. Обозначены ориентиры для реконструкции: медиальный и латеральный межмыщелковые бугорки большеберцовой кости, передний рог латерального мениска, ось ПКС

С помощью электрорезектора-аблятора начинают резекцию тканей от свободного края переднего рога латерального мениска вдоль границы хряща латерального мыщелка большеберцовой кости к латеральному межмыщелковому бугорку большеберцовой кости. Оставление волокон латеральной части культы связки может привести в последующем к конфликту приподнятых трансплантатом тканей и краем латерального мыщелка бедра. Хроническая травматизация тканей будет способствовать формированию рубцового узла, вызывающего болезненное ограничение разгибания в коленном суставе (так называемый синдром циклопа). Поэтому эту часть волокон связки экономно удаляют, стараясь сохранить медиальную часть культы и связь ее с задней крестообразной связкой. Синовиальный покров также стараются оставить (рис. 16).



А

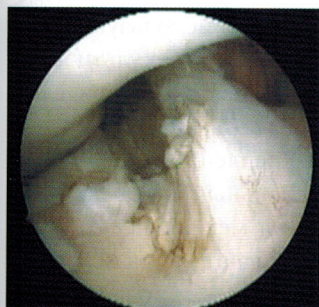


Б



В

Рис. 16. Экономная резекция дистальной культы ПКС с помощью аблятора



Г

Затем тщательно очищают от мягких тканей стенку латерального мыщелка бедра от переднего до заднего края межмыщелковой вырезки (рис. 17). На освеженной стенке можно увидеть не резко выступающий костный гребень – так называемый резидентный (или латеральный межмыщелковый) гребень. Этот край является передней границей места прикрепления ПКС и может служить одним из маркеров для размещения направляющей спицы.

Обычно нет необходимости резецировать костный край латерального мыщелка бедра. Лишь при наличии выраженного сужения межмыщелковой вырезки остеофитами прибегают к экономному удалению 1–3 мм переднего края латерального мыщелка бедра, придавая входу вид дугообразной арки.

Формирование большеберцового туннеля

Технология транстибиальной реконструкции ПКС предусматривает, что центры размещения трансплантата на бедре и на большеберцовой кости будут на одной линии с точкой входа на скате медиального мыщелка большеберцовой кости, причем эта линия должна проходить по центральной оси ПКС [5, 12, 17, 18, 29, 36]. Точку

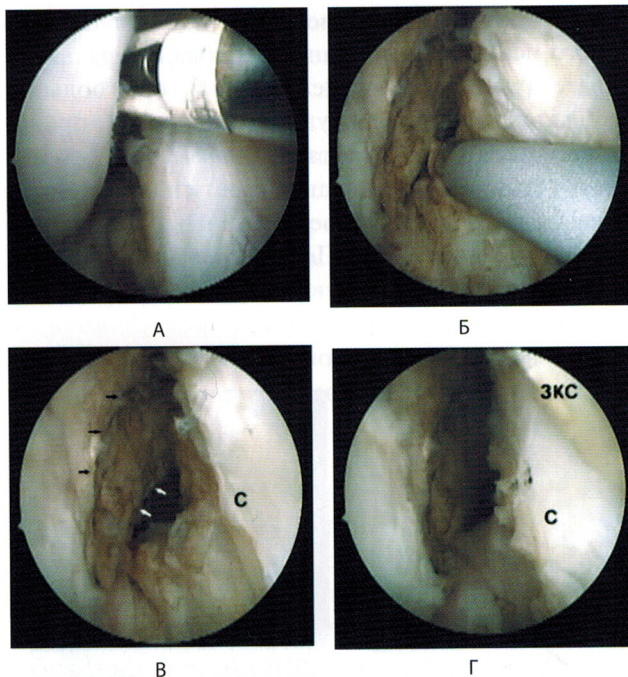


Рис. 17. Обработка межмыщелковой стенки латерального мыщелка бедра аблятором: видны латеральный межмыщелковый гребень (черные стрелки), задний край межмыщелковой вырезки (белые стрелки), синовия (с), проксимальная часть ЗКС

специальный большеберцовый направитель. Если большеберцовая часть культи ПКС оставлена и покрывает межмыщелковую ямку, то лучше использовать направитель с «прицелом» в форме локтевидного изгиба. Линия прицела будет возвышаться над тканями, и ее можно направить вдоль оси ПКС к бедренному прикреплению (рис. 19).

Направитель вводят в полость сустава через переднемедиальный артроскопический доступ. Прицеливающий угол размешают чуть кпереди и медиальнее от латерального межмыщелкового бугорка, ось направителя уставляют вдоль оси ПКС, т.е. примерно под углом 35° от продольной оси большеберцовой кости во фронтальной плоскости. На направителе устанавливают угол $50-55^\circ$ и приближают к коже направляющую втулку. Точка входа на скате медиального мыщелка большеберцовой кости будет находиться примерно в углу между передним краем большеберцовой коллатеральной связки и верхним краем сухожилий «гусиной лапки». В этом месте выполняют косой разрез кожи длиной 10–15 мм и вводят в него конец направляющей втулки до плотного контакта с костью, контролируя положение пальцем, введенным в дистальную поперечную рану (рис. 20). Внутрисуставное плечо направителя ориентируют ближе к горизонту, чтобы костный туннель был длиннее. Длину костного туннеля можно определить по меткам на втулке направителя. Желаемая длина туннеля обычно составляет 45–50 мм.

выхода ориентирующей спицы на плато большеберцовой кости определяют по следующим ориентирам: передний рог латерального мениска, медиальный и латеральный межмыщелковые бугорки, ось ПКС. Спица должна выходить на плато примерно посередине между верхушкой медиального бугорка и задним краем переднего рога латерального мениска, а ее направление должно проецироваться вдоль оси ПКС на середину между бугорками большеберцовой кости или немного латеральнее. Угол между спицей и продольной осью большеберцовой кости во фронтальной плоскости будет составлять примерно $35-40^\circ$ (рис. 18).

Для корректного проведения спицы используют спе-

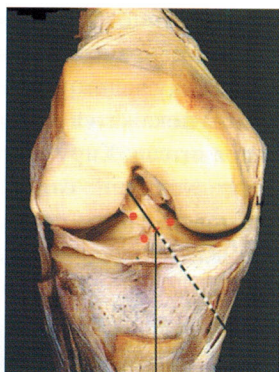


Рис. 18. Ориентиры для проведения направляющей спицы: передний рог латерального мениска и межмыщелковые бугорки (красные точки), ось связки и продольная ось большеберцовой кости (черные линии)



Рис. 19. Направитель для выполнения большеберцового туннеля с прицелом по типу «локоть»

Если трансплантат длинный, а туннель слишком короткий, то при имплантации дистальный костный блок может полностью выстоять из туннеля, что сделает невозможной интерферентную фиксацию. Существуют формулы, по которым можно ориентировочно определить оптимальный угол направителя и минимальную длину большеберцового туннеля: формула « $N+7^\circ$ » или лучше « $N+10^\circ$ » – для определения угла направителя. Формула « $N+2$ мм» – для определения минимальной длины туннеля, где N – длина мягкотканной части трансплантата из связки надколенника в мм.

Надо иметь в виду, что если угол направителя будет больше 55° , то туннель будет вертикальным, а не вдоль оси ПКС. Следовательно, в таком случае нельзя будет достичь точки бедренного прикрепления ПКС по транстибиальной методике (из большеберцового туннеля). Поэтому, если заготовленный трансплантат слишком длинный, то можно устранить несоответствие рядом технических приемов:

- 1) углубить бедренный туннель на 5 мм;
- 2) в момент имплантации развернуть по оси дистальный конец трансплантата относительно проксимального ($360^\circ = 5$ мм);
- 3) фиксировать выступающий после имплантации костный блок кортикальным винтом ниже выхода из туннеля на поверхности кости в предварительно сформированной костной канавке.

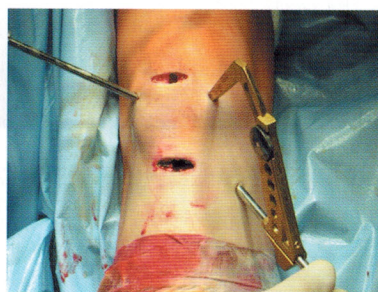


Рис. 20. Направитель для большеберцового туннеля введен в сустав через переднемедиальный портал. Направляющая втулка установлена на скате медиального мыщелка большеберцовой кости через отдельный косой разрез длиной 1–1,5 см. Угол между продольной осью голени и направителем – 35° , угол на направителе – 55°