

Интракапсулярное артроскопически ассистированное протезирование краниальной крестовидной связки у собак in situ

А.В. Чернов^{1,2}, кандидат ветеринарных наук, руководитель ветеринарной клиники «Эндовет™», научный руководитель ВетЭндоШколы «VESK™» (chernov-av@inbox.ru),
А.А. Еманов³, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник РНЦ «ВТО» им. Г.А. Илизарова.

¹ Ветеринарная клиника «Эндовет™» (640007, Курган, ул. Омская, д. 101).

² ВетЭндоШкола «VESK™ KARL STORZ» (115114, Москва, Дербеневская набережная, д.7, стр. 4) www.endovet.com.

³ Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г. А. Илизарова (640014, Россия, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.).

С 2013 года одно из научных направлений клиники «Эндовет» (г. Курган) — исследование и внедрение артроскопической реконструкции краниальной крестовидной связки у собак. Специалисты клиники разработали, внедрили и запатентовали методику артроскопической аутоимплантации, одновременно с этим, начали активно использовать протезирование краниальной крестовидной связки у собак специальным протезом. В данной работе проанализированы результаты использования одного из новых вариантов восстановления ККС у собак.

Ключевые слова: краниальная крестовидная связка, артроскопическая реконструкция, собаки

Сокращения: ККС — краниальная крестовидная связка, ПКС — передняя крестовидная связка, TPLO — tuberositas plate living osteotomy (выравнивающая остеотомия плато большеберцовой кости), ТТА — tibial tuberosity advancement (выдвижение бугристости большеберцовой кости).

Введение

В коленном суставе домашних животных ККС обеспечивает постоянную статику и кинематику колена за счет надежной взаимной фиксации феморальной и тибиальной части сустава в физиологическом положении [6].

Патология ККС — это одна из самых распространенных причин хромоты у собак средних и крупных пород [7]. Среди причин нарушений ККС выделяют травмы и дегенеративные изменения, которые приводят к разрыву связки. Указанные патологии часто сочетаются с разрывами менисков, осложняются нестабильностью коленного сустава, остеоартритами и остеоартрозами [9].

Повреждение ККС, в итоге, неизбежно приводит к патологическому состоянию, значительно изменяя биомеханику движений коленного сустава животного. Для долгосрочного восстановления функции коленного сустава необходимо восстановить целостность и стабильную фиксацию ККС.

Число ортопедических технологий, предлагаемых ветеринарными специалистами и направленных на восстановление ККС, с годами увеличивается. Анализируя современные литературные данные, можно выделить следующие этапы изучения проблемы.

На начальном этапе в ветеринарной медицине и медицине человека с целью восстановления ККС использовали аутопластику ККС широкой фасцией бедра с внутрисуставным расположением, которую выполняли через тоннель в бедренной кости (интракапсулярная технология) [16]. Согласно литературным источникам в медицине человека, полностью денервированный аутоимплант реваскуляризируется, начиная со 2-й недели после операции. К 6-й неделе начинает функционировать микроциркуляторное русло, и частично восстанавливается иннервация по периферии импланта [23]. Полный цикл васкуляризации протеза завершается к 8-й неделе [23, 24].

Известны и другие способы интракапсулярной технологии, например «Over the top», предложенный S. Arnoczky [2]. Автор проводил широкую фасцию бедра через коленный сустав без введения ее в костный тоннель, фиксируя аутоимплант к дорсальной поверхности латерального мышечка бедра.

На следующем этапе изучения были разработаны экстракапсулярные методики восстановления стабильности коленного сустава при разрывах ККС, такие как латеральная фибриотибиальная фиксация и др. [13, 14, 18]. В частности, широко применяли шов синтетической неабсорбирующейся нитью между латеральной сесамовидной костью бедра и бугристостью большеберцовой кости.

Важным этапом в изучении проблемы у собак стала так называемая технология динамической стабилизации с помощью остеотомий большеберцовой кости — TPLO, ТТА. Эти методики приобрели популярность благодаря своим результатам — наилучшим среди прочих [22].

По принципу динамической стабилизации коленного сустава начали разрабатывать и другие способы (их более 15), которые дополняют друг друга в отдельных деталях ортопедической коррекции [5, 14]. Существуют также гибридные методы коррекции патологии ККС, которые представляют собой сочетание элементов различных экстракапсулярных, интракапсулярных и остеотомических технологий.

Однако многочисленные методы восстановления ККС и стабилизации коленного сустава по-прежнему нельзя назвать достаточно надежными по причине неизбежно развивающегося хронического остеоартроза [4]. Следует отметить, что среди отдаленных последствий корригирующих операций выявлены подвывихи бедренной кости, связанные с недостаточной ротационной стабильностью. Последние обнаружены в 33 % случаев после TPLO и в 70 % после TTA [7,15]. Выявлены также поздние разрывы менисков в 5,6 % случаев после TPLO и 27,8% после TTA [3,10].

Как контраст с ортопедией коленного сустава человека, где внутрисуставная анатомическая реконструкция ПКС является методом выбора, идентичное восстановление аналогичной связки у собак до настоящего времени не приводило к стойким положительным результатам [17]. Причина неудач, скорее всего, кроется в несовершенстве самой технологии: ненадежный материал для искусственной ККС, проблема прочной фиксации вновь созданной ККС, отсутствие надежного эндоскопического контроля и др. [11, 12, 19].

Известен способ открытого восстановления застарелой травмы сухожилий или связок собак (Кавунник А.М., Жулин И.В.) [25]. Этот способ включает в себя наложение и фиксацию материала, рассасывающегося в биологической среде. В качестве такого материала используют углеродную ленту, концы которой фиксируют на поврежденном сухожилии или связке посредством прошивных узловатых швов, затем резецируют разволокненные концы сухожилия или связки между точками фиксации углеродной ленты и ушивают рану наглухо непрерывным швом. Однако использование этого метода при разрыве ККС у собак в большинстве случаев нецелесообразно вследствие эпизодов дегенеративных разрывов ККС у собак.

Цель исследования

Изучить возможность интракапсулярной замены поврежденной ККС в ее исходном анатомо-топографическом положении *in situ* аутологичными (рис. 1.) и синтетическими имплантатами (рис. 2).



Рис. 1. Аутопротез ККС из сухожилия поверхностного сгибателя пальцев у собаки

Fig. 1. CCL autoprosthesis from the tendon of m. flexor superficialis of fingers from a dog



Рис. 2. Аллопротез LARS из полиэтилена терефталата (полиэстер) ККС у собаки
Fig. 2. Syntetic prothesis LARS from polyethylene tetrophtrorate CCL

Материалы и методы

В норме ККС у собак располагается между бедренной и большеберцовой костью. Она прикрепляется к дорсо-медиальной поверхности латерального мышечка бедренной кости с одной стороны и кранио-медиальной поверхности большеберцовой кости с другой. Таким образом, волокна ККС направлены медио-латерально и кранио-дорсально. Связка имеет два ярко выраженных пучка (краниальный и дорсальный). На поперечном разрезе ККС неправильной формы: она изменяется от овальной (в краниально-фemorальном конце) до формы неправильного овала (большеберцовый край). Диаметр овала ККС у собак (если придать связке округлый вид) составляет от 3 до 15 мм, длина связки — от 15 до 40 мм, в зависимости от размеров животного.

Идея оптимального способа формирования вновь созданного тиббиального канала для последующего проведения и фиксации имплантируемого материала является ключевой. В ортопедии человека этому вопросу отводится важная роль и считается принципиальным

максимально точно анатомически и изометрически воспроизвести точки внутрисуставной фиксации имплантируемой ПКС к большеберцовой и бедренной кости [21].

Перед выполнением протезирования ККС необходима артроскопическая коррекция всех патологических изменений. Операция начинается с диагностической артроскопии коленного сустава, полного иссечения остатков ККС, коррекции найденных изменений, подготовки площадки в местах анатомического прикрепления ККС для протезирования связки. Особое значение в хронических случаях разрыва ККС имеет удаление избыточных разрастаний фиброзной ткани, обрывков менисков, патологических сращений.

Представленная методика предполагает на первом этапе введение спицы-проводника (диаметром 2...2,5 мм) с внутренней стороны голени в коленный сустав и последующее высверливание тибяльного туннеля канюлированным сверлом (диаметром 6...8 мм). Используют при этом следующие ориентиры: диаметр туннеля 5...8 мм, длина от 30 до 50 мм (рис. 3).

Чтобы как можно точнее провести спицу, используют наиболее выгодное положение коленного сустава: его сгибают под углом 90...120° под артроскопическим контролем.

Безусловно, достаточно сложно точно провести спицу для последующего формирования тибяльного туннеля. Это подтвердили работы ортопедов медицины человека при выполнении тибяльного туннеля снаружи-внутри без использования направляющих устройств. Процент непопадания в цель — центр анатомической фиксации связки на плато большеберцовой кости — очень велик даже для опытных хирургов. Чтобы нивелировать эту проблему, мы вынуждены



Рис. 3. Инструменты для операции: спица-проводник, сверло. Направляющее устройство KARL STORZ для формирования тибяльного канала
Fig. 3. Instruments for operation: pin-guide, drill. Guide device from KARL STORZ for forming of tibial channel

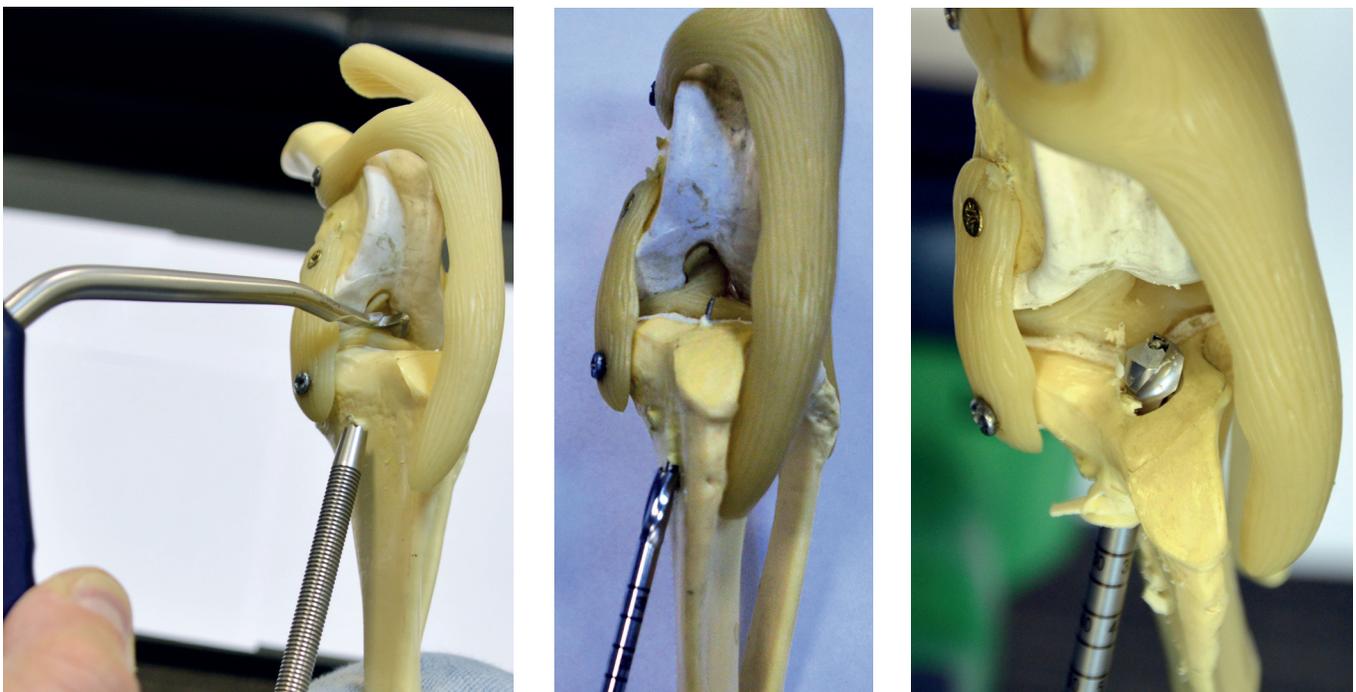


Рис. 4. Схема проведения спицы и сверла с направляющим устройством для формирования тибяльного канала на муляже. Сустав согнут под углом 90°. Угол вхождения сверла с большеберцовую кость составляет около 30...45°
Pic 4. Scheme of realization of pin and drill with a guide device for performing of tibial channel on a plastic model. A joint will be bent under the corner of 90°. Corner of including of drill with makes a tibia about 30...45°

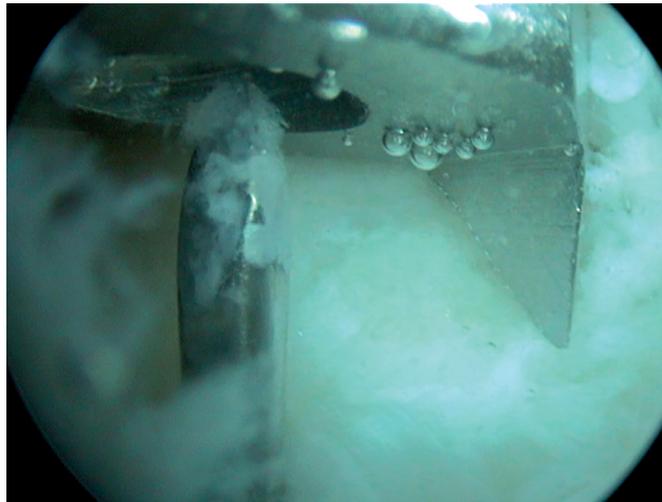
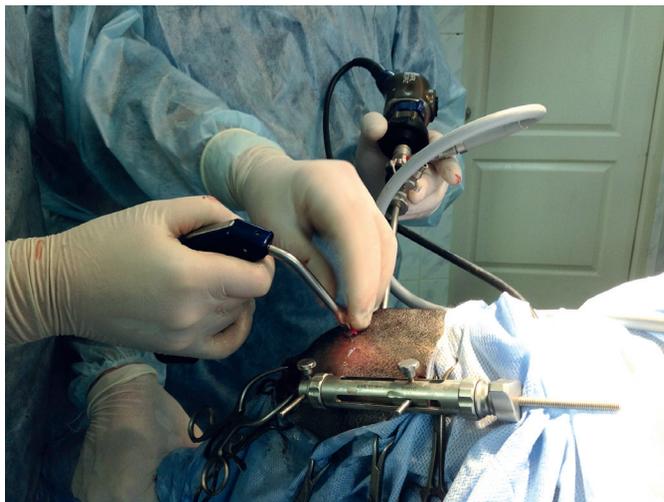


Рис. 5. Формирование тибального канала под артроскопическим контролем и введенным в сустав тибальным направляющим устройством. Визуализируется спица и направляющее устройство. Спица выходит в сустав под артроскопическим контролем. Общий вид и эндоскопическая картина

Fig. 5. Performing of tibial channel under arthroscopic control and entered in the joint of tibial guide device. A pin and guide device are visualized. A pin goes out in a joint underarthroscopic control. General view and endoscopic picture

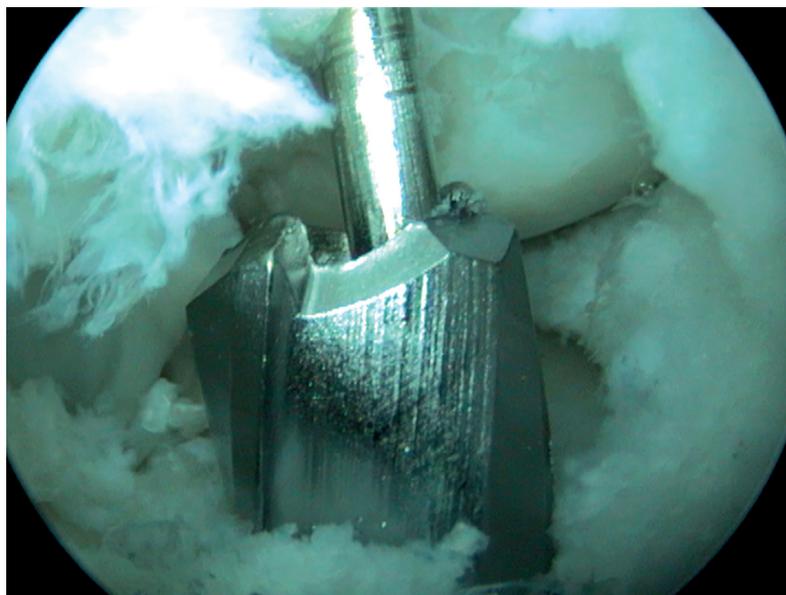


Рис. 6. Место выхода тибального канала в полость коленного сустава (на муляже).

Эндоскопический контроль вхождения канюлированного сверла по направляющей спице в полость коленного сустава

Fig. 6. The place of entrance of tibial channel in the stifle joint (on a plastic model). Endoscopic control of including of the cannulated drill on a guide pin in the stifle joint

выбирать спицу максимально крупного диаметра и применять специальные направляющие устройства (рис. 4) [20].

Тибальный канал формируется, таким образом, снаружи кнутри, с внутренней стороны большеберцовой кости, от краниодистального к каудопроксимальному концу, в медиолатеральном направлении с точкой выхода на плато большеберцовой кости в естественном анатомическом месте фиксации ККС (рис. 5).

Уже в процессе работы на кадаверном материале при создании тибального туннеля мы столкнулись с несколькими проблемами:

- необходимо максимально удалить инфрапателлярный жир и обрывки тканей связки на месте прикрепления измененной ККС к плато большеберцовой кости;

- для попадания спицы в нужную точку внутри коленного сустава угол вхождения спицы в большеберцовую кость должен быть около 30...45° (см. рис. 4);

- место выхода засверленной спицы внутри коленного сустава не всегда соответствует месту исходного прикрепления ККС. В таком случае следует повторить проведение спицы или позднее скорректировать положение протезируемой связки с помощью фиксирующего винта либо допустить немного краниальнее место выхода внутрисуставного отверстия (рис. 6).

Феморальный туннель формируют в два этапа. Сначала спицей просверливают латеральный мышечек бедра изнутри сустава кнаружи — из места прикрепления тибального конца ККС к латеральному мышечку бедренной кости по его дорсально-внутреннему краю.

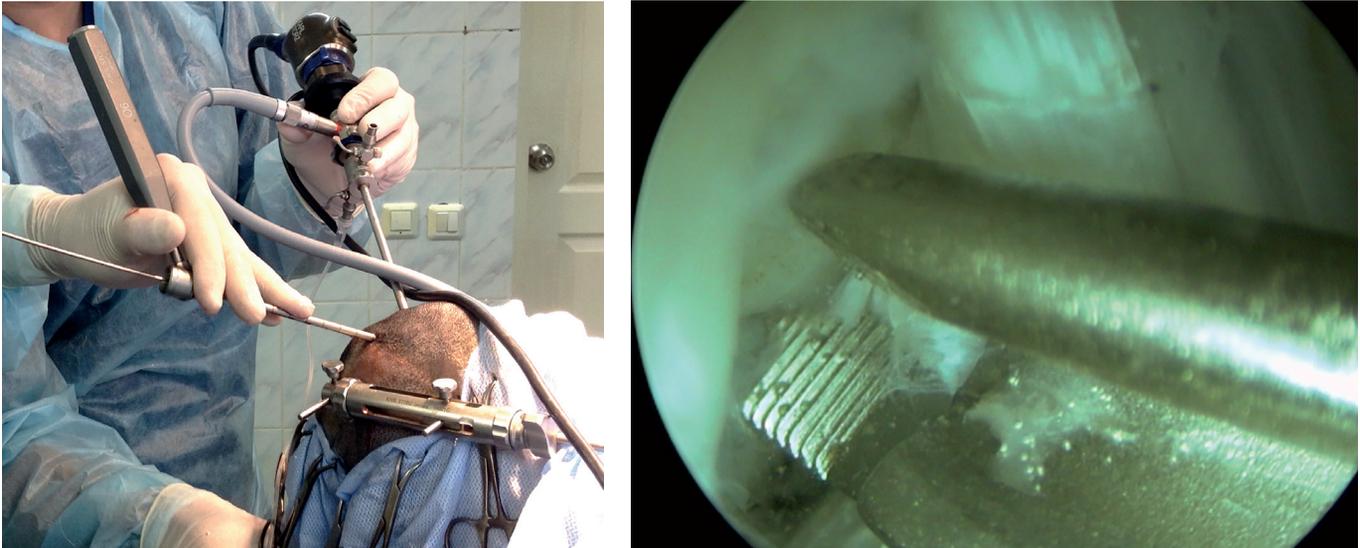


Рис. 7. Формирование феморального канала. Внешний вид направлятеля в суставе (вид снаружи и изнутри).
Fig. 7. Performing of the femoral channel. View of a guide-pin in a joint (a look outside and from within)

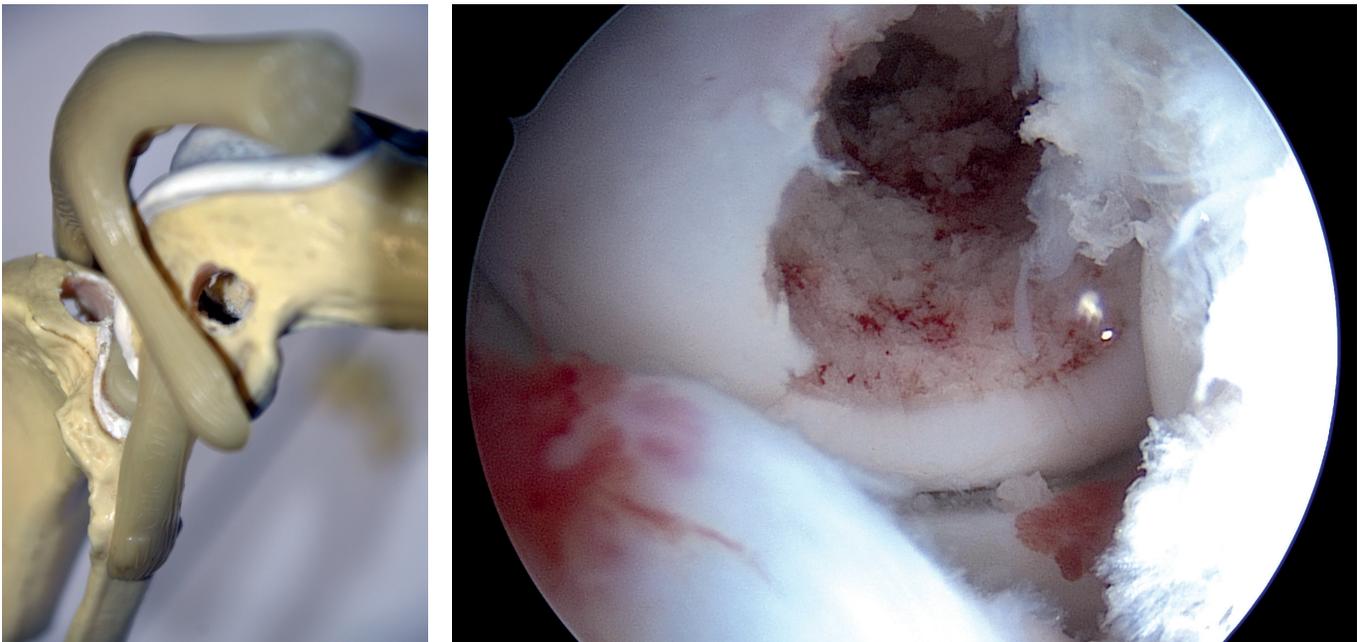


Рис. 8. Сформированные тибиаьный и феморальный каналы на муляже (феморальный на эндифото).
NB! Обратите внимание, что каналы засверлены в разных плоскостях, однако следует стремиться к изометричности туннелей
Fig. 8. Tibial and femoral channels on a plastic model are performed (femoral on endofoto). NB! Note that the channels are drilled in different planes, but one should strive for isometric tunnels

Для первичного засверливания спицей бедренного канала нужно максимально согнуть коленный сустав. В процессе этой манипуляции эндоскоп убирают из сустава (см. рис. 4).

У собак тибиаьный и феморальный канал топографически не являются прямым продолжением один другого, каждый из них формируется отдельно, по специальной технологии (рис. 7, 8). Из-за слишком большой разницы в углах тибиаьного и феморального канала сформировать их с помощью одной прямой спицы очень трудно даже при коррекции и изменении положения коленного сустава и суставных поверхностей. Однако следует стремиться к максимальной изометричности сформированных туннелей не только

для более точной трансдукции искусственной связки, но и для надежной фиксации.

Канюлированное сверло с маркировочными делениями имеет канал для введения внутрь спицы. Таким образом, сверло проводят через спицу и рассверливают костный канал. Хорошо зарекомендовали себя «головчатые» сверла (KARL STORZ), особенностью которых является зауженная внутрисуставная часть, что делает удобным артроскопический контроль при сверлении со стороны сустава (рис. 9).

Чтобы определить окончательный размер туннеля, сравнивают размер сверла и протеза. Простые измерения протеза ККС, сверла, костей до операции помогают избежать несоответствия диаметров туннелей



Рис. 9. Головчатое сверло
Fig. 9. Capitae drill

и протеза (рис. 10). Внутрикостный диаметр туннеля должен учитывать размеры вводимого в него импланта и блокирующего винта. Основные расчеты ведут, исходя из диаметра протеза. Таким образом, сверла подбирают в зависимости от размеров связки. При диаметре импланта 4 мм туннель должен быть диаметром 6...7 мм для последующей блокировки винтом диаметром 3...5 мм. Если нет уверенности в надежности фиксации, используют винт большего диаметра или дополнительную внешнюю фиксацию протеза. В противном случае может произойти миграция одного из концов протеза в суставную полость.

Суставные края обоих туннелей сглаживают раши-лем (особенно феморального).

Мы использовали два типа протезов: аутологичный и синтетический.

Аутологичный протез формируют из массива сухожилия поверхностного сгибателя пальцев. Для этого с каудальной поверхности разрезают мягкие ткани от средней трети голени до пяточной кости и препарируют сухожилие поверхностного сгибателя пальцев. Аутотрансплантат создают из одного из фрагментов сухожилия поверхностного сгибателя пальцев, выделяя его и пересекая в месте прикрепления к пяточной кости на участке перехода в мышечное брюшко, которое подшивают к икроножной мышце, используя абсорбирующий шовный материал (PGA 2-0). К концам аутотрансплантата выделенного сухожилия поверхностного сгибателя пальцев пришивают нитки и ауто-трансплантат растягивают в станке (Патент №2624168 «Способ хирургического лечения разрыва передней крестообразной связки коленного сустава у собак» от 30.06.2017 г.).

Синтетический протез LARS представляет собой полифиламентную нить из полиэтилена терефталата (полиэстер). Концы сплетены в прочную округлой формы структуру. Центральная часть протеза, располагающаяся внутрисуставно, разволокнена на 30...100 волокон, в зависимости от диаметра импланта. Причем волокна протеза ориентированы продольно, по ходу естественной краниальной крестовидной связки. Благодаря своему строению протез устойчив к натяжению и нагрузкам, а кроме того, обладает биосовместимостью. Диаметр начальной части протеза от 4 до 12 мм. Стоит отметить, что протезы изготавливают как для левого, так и для правого колена. Отличаются они направлением хода волокон внутрисуставной части, более естественно имитирующим анатомическое.

Трансдукцию протеза выполняют путем сквозного его проведения с помощью изогнутого направляющего зонда с ушком через тибиаальный и феморальный каналы (или в обратной последовательности) (рис. 11).

После размещения искусственной связки в обоих костных туннелях положение подвижной части импланта в полости сустава контролируют артроско-

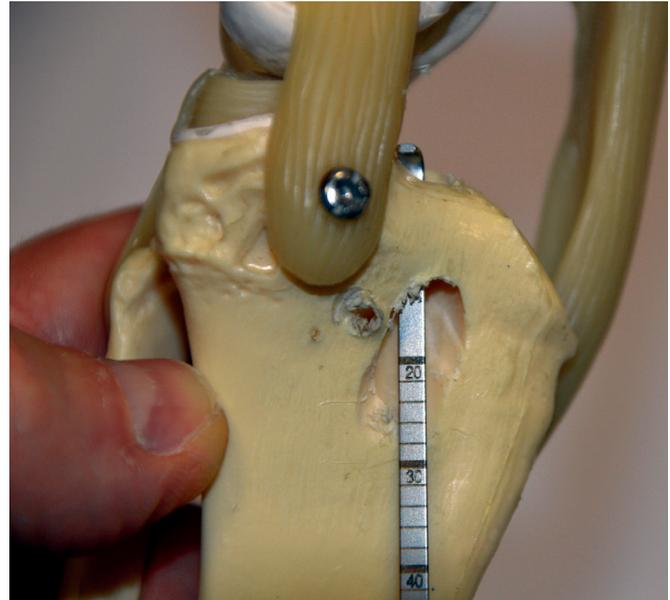


Рис. 10. Измерение длины большеберцового туннеля на муляже. Методику часто используют, чтобы определить реальную длину сформированного туннеля во время операции
Fig. 10. Measuring of length of the tibial tunnel on a plastic model. Methodology is often used, to define the real length of the formed tunnel during an operation

пически. Если протез явно соприкасается или даже давит на заднюю крестовидную связку, чтобы избежать импиджмент-синдрома (трения связок), формируют новый дополнительный феморальный канал немного краниальнее или дистальнее первого.

Следующий этап операции — фиксация протеза ККС. Для определения точек крепления, то есть внутриканальной ригидной фиксации протеза, мы определяли место расположения вновь созданного тибиаального и феморального канала. По нашему мнению, в первую очередь следует фиксировать тибиаальный компонент, который нуждается, прежде всего, во внутрикостной туннельной блокировке.

Для фиксации установленных связок в обоих туннелях мы использовали «пулеобразные» стальные или титановые канюлированные винты (диаметром 3...7 мм, длиной 10...25 мм), которые вкручивали в канал по спице-направителю. Особенность «пулеобразных» винтов заключается в расширении дистальной части туннеля (рис. 12, 13).

В нескольких случаях мы применяли абсорбирующие винты-фиксаторы MegaFix™ (KARL STORZ) из аморфного стереосополимера, биодegradация которых наступала через 18...24 месяцев (рис. 14). Особенность таких винтов — прорастание соединительной тканью с элементами оссификации внутри винта и его замещение до 70...80 % [1].

В процессе фиксации искусственного импланта необходимо всегда контролировать внутрисуставную часть протеза, которая должна находиться строго в полости сустава, не смещаясь в костный канал.

В процессе вкручивания винта мы обращали внимание на проникновение в сустав, которое допустимо не более чем на 1...2 мм. Этот момент контролируют артроскопически (рис. 15).

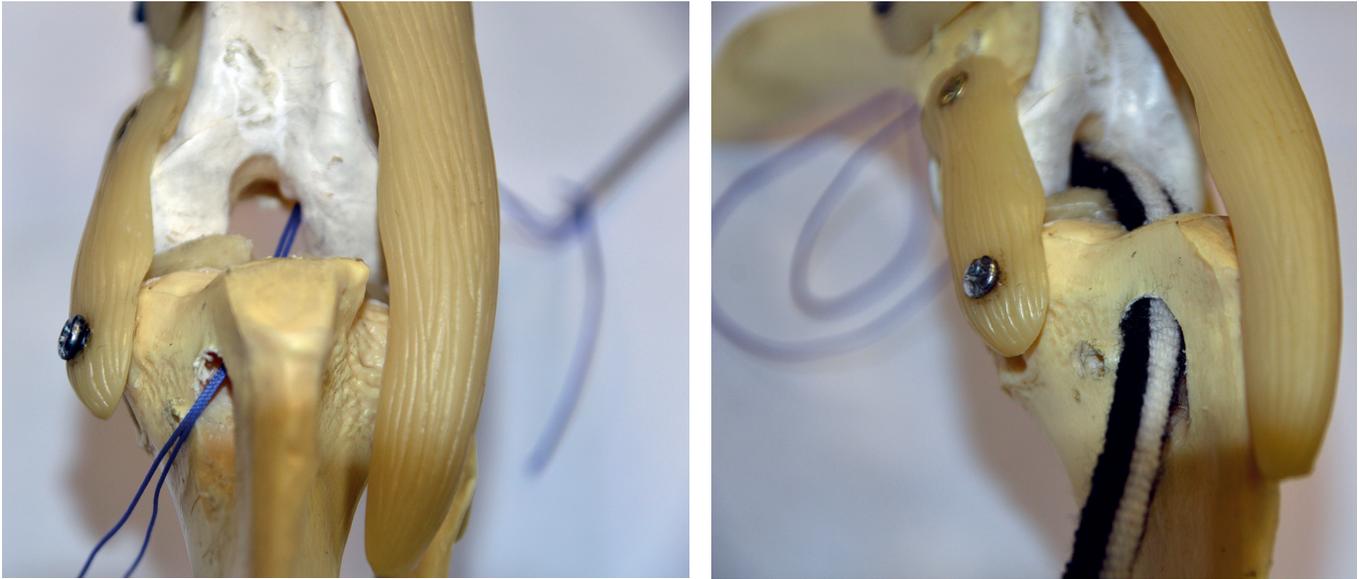


Рис. 11. Техника проведения ауто- или аллопротеза на муляже
Fig. 11. Technique of introduction of auto- or alloprosthesis on a plastic model

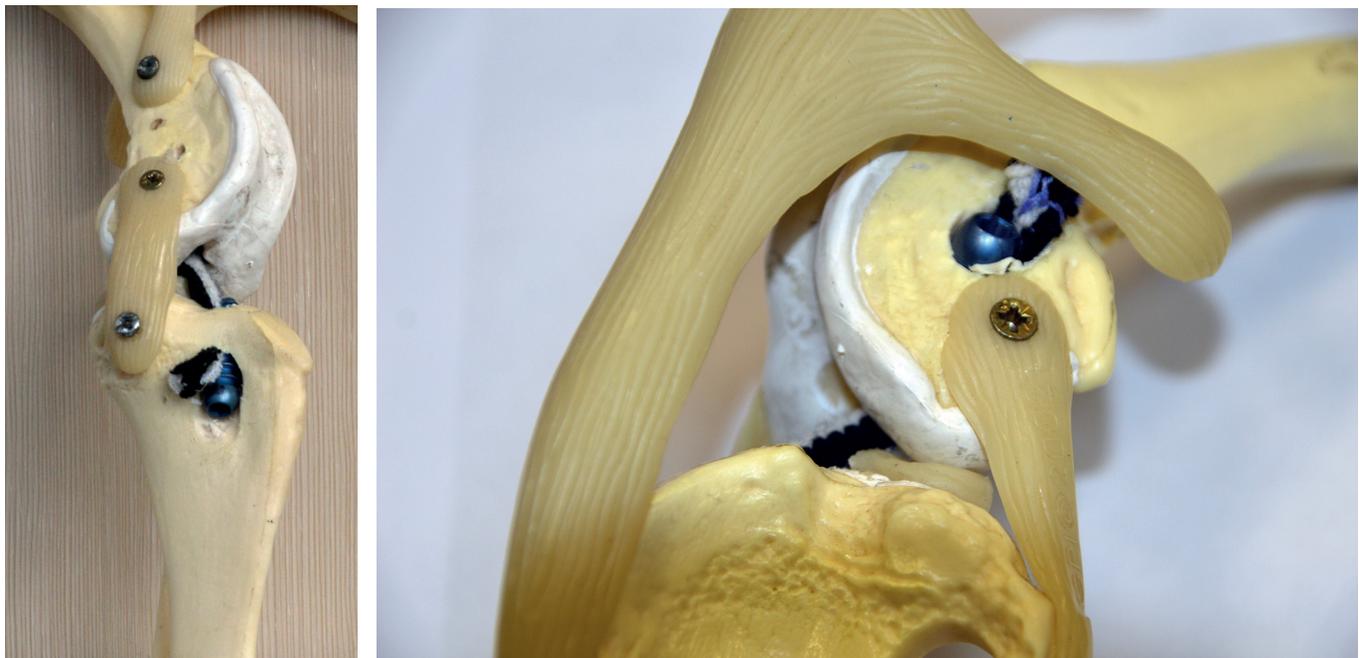


Рис. 12. Заклинивающие протез (фиксирующие) винты на муляже
Fig. 12. Wedging prosthetic (fixative) screws on a plastic model

При фиксации концов связки необходимо вручную чувствовать прочность внедрения винта в туннель. Для дополнительной фиксации тиббиального конца протеза мы использовали специальные внешние титановые пуговицы-фиксаторы (Endotack™) или скобы, располагающиеся вне внутрикостного туннеля (рис. 16).

Реже мы применяли обратную последовательность, когда после фиксации феморального конца синтетического импланта операция завершается коррекцией натяжения связки с блокировкой последней в тиббиальном крае протеза.

Заключительный этап операции — натяжение протеза через один из нефиксированных концов с последующей блокировкой по указанной схеме (винтом).

Очень важен артроскопический контроль протеза с одновременным сгибанием и разгибанием коленного сустава в разных положениях при натягивании импланта. Таким образом, степень натяжения и прочность импланта контролируется в разных положениях коленного сустава еще до окончательной блокировки винтами. Чтобы избежать избыточного или недостаточного натяжения у собак разных размеров, мы применяем тензиометр (оптимальная сила натяжения 60...80 N). Чрезмерное натяжение протеза при фиксации может привести к деформации стенок туннелей к разрыву от превышения лимита натяжения.

Завершается операции закрытием фасциальных и кожных дефектов в области латерального мышцелка,



Рис. 13. Заклинивающие титановые винты для фиксации протеза связки
Fig 13. Wedging titanic screws for prosthesis fixation

большеберцовой кости и артроскопических доступов в области коленного сустава.

Послеоперационная реабилитация начинается на заключительных этапах оперативного вмешательства введением в сустав гелевидного протеза синовиальной жидкости «Noltrex™». Помимо стандартной антибиотикотерапии и наружной обработки ран, особое значение имеет ограничение в подвижности оперированного сустава и защита от самотравмирования. Рекомендуется ежедневная холодовая терапия. В течение двух недель не допускается активная нагрузка. Повторную замену синовиальной жидкости мы иногда рекомендуем через 1...2 недели после операции и далее раз в 3...6 месяцев.

Особое значение приобретает ограничение движений в коленном суставе на срок до 2...4 недель, чтобы не допустить миграции блокирующих конструкций (винтов, скоб, пуговиц). Добиваются этого использованием специального, так называемого ортеза, или протектора, который помогает и от самотравмирования.

На 3...4-й неделе в реабилитационный курс вводят короткие спокойные прогулки. Через месяц после



Рис. 14. Абсорбирующий винт-фиксатор MegaFix™ (KARL STORZ) на канюлированной отвертке (а) и на послеоперационных рентгенограммах в боковой (b) и прямой проекциях (c)

Fig. 14. Absorbable screw MegaFix™ (by KARL STORZ), cannulated screwdriver (a) and on postoperative X-ray in lateral (b) and direct projections (c)

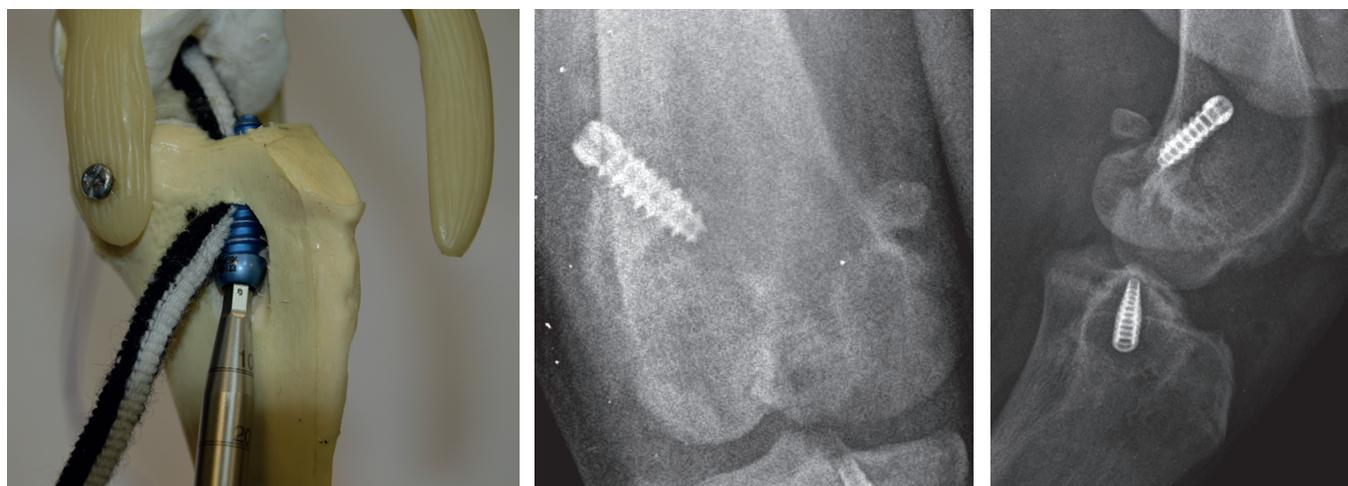


Рис. 15. Положение блокирующих винтов на муляже (а) и рентгенограмме (b).

В процессе вкручивания винта необходимо артроскопически контролировать входение винта в сустав

Fig. 15. Position of blackout screws on a plastic model (a) and X-ray (b). In the process of twisting in of screw is needed to arthroscopically control included of screw in the stifle joint

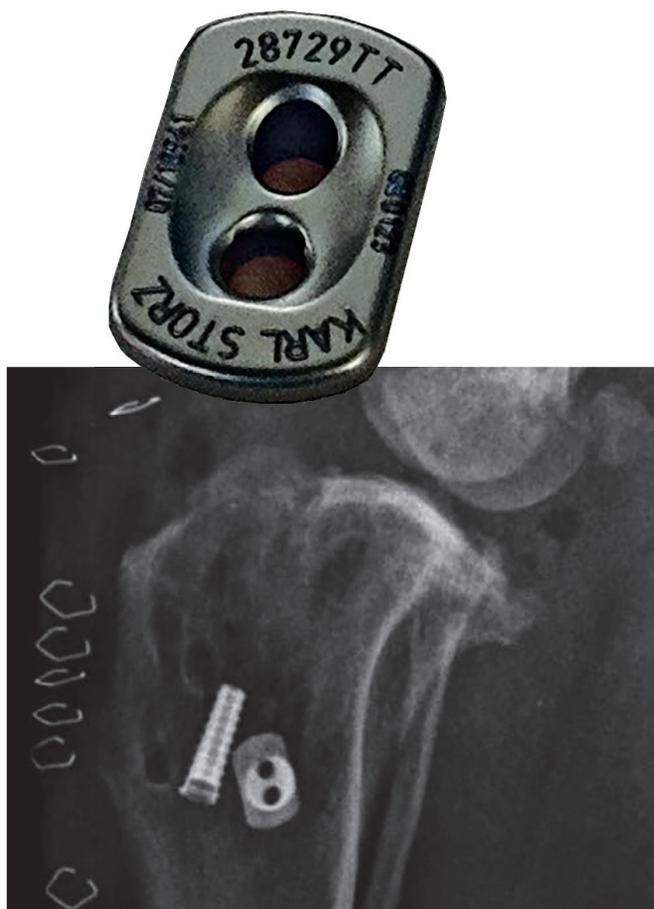


Рис. 16. Дополнительно фиксирующие протез на кости «пуговицы», Endotack™ (KARL STORZ).
Общий вид (а) и рентгенограмма (b)
Fig. 16. Additionally fixative of the prosthesis «button» on the bone, Endotack™ (by KARL STORZ).
General view (a) and X-ray (b)

операции допустимо увеличить продолжительность прогулок, которые к концу 6...8 недели могут сопровождаться пробежками. Полное восстановление всех движений в оперированном суставе допустимо лишь после приживления всех элементов протеза. Обычно это происходит в интервале 5...9 недель.

Среди возможных осложнений следует указать развитие артрита, нагноения наружных ран, нестабильность протеза ККС и мест блокировки импланта винтами.

В послеоперационном ведении пациента важно создать адекватные условия для приживления синтетического или аутологичного импланта. Особо опасно отсутствие приживления или ослабление натяжения протеза. Одной из причин несостоятельности импланта может быть резорбция канала кости и миграция концов связки в реабилитационном периоде.

Основные интраоперационные ошибки связаны с нарушением алгоритма (последовательности) действий и, порой, чрезмерным кровотоком, затрудняющим визуальный контроль (для предотвращения кровотечения иногда накладывали жгут проксимальнее коленного сустава).

Следует отметить, что при небольших размерах животных и, особенно в случае гиперстенических пород собак (курцхаар, доберман), мы столкнулись с

трудностью проведения феморального канала изнутри кнаружи (в связи с узостью межмышечковой ямки). Поэтому было предложено проводить туннель снаружи-кнутри.

Особая интраоперационная сложность — изменения костного феморального и тибияльного канала при блокировке протеза винтом. Такая ситуация возникала при чрезмерных усилиях при выкручивании винта в заведомо измененных дегенеративным процессом костях (особенно в феморальном туннеле).

Отдельное внимание следует уделить возможному перепиливаю протеза ККС при выкручивании блокирующего винта. Это отмечено при использовании титановых винтов с заостренной резьбой при протезировании аутоимпланта. В ряде случаев в эксперименте из-за указанной трудности мы вынуждены были отказаться от блокировки винтами в обоих туннелях.

Результаты

В период 2013–2017 гг. было проведено 22 имплантации ККС. Из них 10 на кадаверном материале, 4 — в эксперименте на живых моделях, 5 — у реальных пациентов.

На начальных этапах разработки метода протезирования ККС при работе с кадаверным материалом и в эксперименте общее время работы составляло около 6 ч. В последующем при работе с реальными пациентами в случае аутопластики среднее время операции сократилось до 3,5 ч, при аллопластике — до 2,5 ч.

Результаты алло- и аутопластики в сроки наблюдения до 3 лет у реальных пациентов мы можем оценить как хорошие. В четырех случаях мы отметили полное восстановление функции коленного сустава в течение 6 месяцев после операции. В одном случае искусственного импланта мы отметили миниподвижность тибияльного края протеза ККС, что было исправлено дополнительной фиксацией.

С проблемами «перетирания» внутрисуставных краев алло- и аутоимпланта при сроках наблюдения 3 года мы не сталкивались.

Обсуждение

Традиционные технологии восстановления крестовидной связки позволяют восстановить стабильность в передне-заднем и боковых смещениях, но мало влияют на ротационную стабильность (за исключением латерального шва), и по этой причине возникают рецидивы нестабильности сустава и даже повреждения коленных менисков и надколенника. Предлагаемая методика решает проблему ротационной стабильности, так как ККС устанавливаются в правильном анатомо-топографическом положении.

Безусловно, необходимо продолжить изучение проблемы, но уже на данном этапе можно сделать вывод о возможности протезирования ККС у собак *in situ*. Для успешного интракапсулярного протезирования ККС требуется учесть ряд условий:

- материал, имплантируемый в коленный сустав, должен быть биосовместимым;
- биологический или синтетический материал протеза ККС должен удовлетворять механическим (статическим и кинетическим) требованиям на всем протяжении жизни пациента;

- имплант должен отвечать требованиям длительно- го функционирования, износостойкости, устойчивости материала к растяжению и на разрыв;

- несмотря на устоявшееся в протезировании ПКС у человека мнение о том, что можно сохранять или ограниченно удалять остатки связки для улучшения приживаемости импланта, мы не пришли к однозначному мнению и по возможности, как при ауто- так и при аллотрансплантации, удаляем все фрагменты ККС;

- при создании туннелей и расположении в них импланта следует стремиться к изометричности (расположение вдоль одной оси);

- внутрисуставная часть протеза ККС должна иметь гладкую поверхность, повторять форму и поверхность естественной связки, проходить в суставе без конфликта между имплантом и внутрисуставными структурами. В то же время внутрикостная (туннельная) часть протеза может иметь шероховатую поверхность для лучшей интеграции в костную соединительную ткань;

- оптимальное натяжение созданной связки в пределах полости сустава достигается в ходе закрепления и фиксации тиббиального и феморального концов протеза, что должно дополнительно обеспечивать стабильность коленного сустава. Оптимальная фиксация импланта позволяет реализовать функциональную нагрузку коленного сустава в ранние сроки после операции;

- необходимо помнить об эндоскопической диагностике и хирургической санации сопутствующих патологических изменений коленного сустава как об обязательном условии успешного результата.

Следует заметить, что предложенную методику трудно использовать у собак массой менее 20 кг, по причине малых размеров полости коленного сустава, что требует усовершенствования метода. В идеале целесообразно создать гибкую спицу и сверло, которые были бы способны при одном проходе сформировать тиббиальный и феморальный туннель. Это значительно упростило бы прохождение туннелей и размещение в них протеза связки.

Очевидно, технология протезирования ПКС имеет свои технические трудности, в частности необходима точная навигация, что, несомненно, влечет за собой определенные требования к подготовке хирурга. Поэтому перед практическим применением методики на реальных пациентах рекомендуется использовать тренинг на трупном материале.

Дополнительные практические замечания

Учитывая тот факт, что большая часть разрывов ККС у собак связана с дегенеративным процессом, мы рекомендуем протезировать ККС даже при остром травматическом разрыве больше чем в 25 % ее диаметра.

Чтобы достичь оптимального фона протезирования ККС, целесообразно выполнять такие вмешательства в период стихания воспаления сустава (артрита) или после предварительной диагностической и санационной артроскопии, дебридементы. Этот срок может быть определен через 3...4 недели после острого травматического или дегенеративного разрыва, или после противовоспалительного (артроскопического) лечения — в случае хронического неполного типа разрыва ККС.

Для достижения хорошего результата после операции необходимы оптимальный курс терапии и реабилитация животного.

Заключение

Предлагаемая методика обеспечивает *in situ* точное анатомическое внутрисуставное расположение протеза ККС по отношению к бедренной и большеберцовой кости, предупреждает краниокаудальную и ротационную патологическую подвижность коленного сустава. Следовательно, предлагаемый метод протезирования ККС можно оценить как анатомическое и функциональное восстановление коленного сустава у собак.

Библиография

1. Achtnich, A. Degradation of poly-D-L-lactide (PDLA) interference screws (Megafix ©) / A. Achtnich, P. Forkel, S. Metzloff, T. Zantop, W. Petersen // Arch Orthop Trauma Surg. — 2014 Aug. — No. 134(8). — pp. 1147–1153. doi: 10.1007/s00402-014-2013-9. Epub 2014 Jun 5.
2. Arnoczky, S. The «over the top» procedure: a technique for anterior cruciate ligament substitution in the dog / S. Arnoczky // J Am Anim Hosp Assoc. — 1979. — No. 15. — pp. 283–290.
3. Christopher, S.A. Comparison of long-term outcomes associated with three surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs / S.A. Christopher, J. Beetem, J.L. Cook // Vet Surg. — 2013. — No. 42. — pp. 329–334.
4. Conzemius, M.G. Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs / M.G. Conzemius, R.B. Evans, M.F. Besancon, W.J. Gordon, C.L. Horstman, W.D. Hoefle, M.A. Nieves, S.D. Wagner // J Am Vet Med Assoc. — 2005. — No. 226. — pp. 232–236.
5. Gordon-Evans, W.J. Comparison of lateral fabellar suture and tibial plateau leveling osteotomy techniques for treatment of dogs with cranial cruciate ligament disease / W.J. Gordon-Evans, D.J. Griffon, C. Bubb, K.M. Knap, M. Sullivan, R.B. Evans // J Am Vet Med Assoc. — 2013. — No. 243. — pp. 675–680.
6. Isberg, J. Will early reconstruction prevent abnormal kinematics after ACL injury? Two-year follow-up using dynamic radiostereometry in 14 patients operated with hamstring autografts / J. Isberg, E. Faxen, G. Laxdal, B.I. Eriksson, J. Karrholm, J. Karlsson // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. — 2011. — No. 19. — pp. 1634–1642.
7. Johnson, J. Incidence of canine appendicular musculo-skeletal disorders in 16 veterinary teaching hospitals from 1980 through 1989 / J. Johnson, C. Austin, G. Breuer // Vet Comp Orthop Traumatol. — 1994. — No. 7. — pp. 56–69.
8. Kim, S.E. Effect of tibial plateau leveling osteotomy on femorotibial subluxation: in vivo analysis during standing / S.E. Kim, D.D. Lewis, A. Pozzi // Vet Surg. — 2012. — No. 41. — pp. 465–470.
9. Knebel, J. Aetiology, pathogenesis, diagnostics and therapy of cranial cruciate ligament rupture in dogs / J. Knebel, A. Meyer-Lindenberg // Tierärztl Prax. — 2014. — No. 42 (K). — pp. 36–47.
10. Kalf, S. Incidence of medial meniscal tears after arthroscopic assisted tibial plateau leveling osteotomy / S. Kalf, S. Meachem, C. Preston // Vet Surg. — 2011. — No. 40. — pp. 952–956.
11. Leighton, R.L. Preferred method of repair of cranial cruciate ligament rupture in dogs: a survey of ACVS diplomates specializing in canine orthopedics / R.L. Leighton // American College of Veterinary Surgery. Vet Surg. — 1999. — No. 28. — pp. 194.
12. Manley, P. Intra-articular stabilization. In: Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament / P. Manley // Muir P, ed. — Ames, Iowa, USA: Wiley-Blackwell, 2010. — pp. 189–193.
13. Nelson, S.A. Long-term functional outcome of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular repair in a heterogeneous population of dogs / S.A. Nelson, U. Krotscheck, J. Rawlinson, R.J. Todhunter, Z. Zhang, H. Mohammed // Vet Surg. — 2013. — No. 42. — pp. 38–50.
14. Smith, G.K. Fibular head transposition for repair of cruciate-deficient stifle in the dog / G.K. Smith, J.S. Torg // J Am Vet Med Assoc. — 1985. — No. 187. — pp. 375–383.
15. Skinner, O.T. In vivo femorotibial subluxation during weight-bearing and clinical outcome following tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs / O.T. Skinner, S.E. Kim, D.D. Lewis, A. Pozzi // Vet J. — 2013. — No. 196. — pp. 86–91.

16. Stone, K.R. Anterior cruciate ligament reconstruction with a porcine xenograft: A serologic, histologic and biomechanical study in primates / K.R. Stone, A.W. Walgenbach, T.J. Turek et al. // *The journal of arthroscopic and related surgery*. — 2007. — Vol. 23. — pp. 629–634.
17. Paatsama, S. Ligament injuries of the canine stifle joint: A clinical and experimental study Master's thesis / S. Paatsama. — Helsinki, 1952. — 15 p.
18. Porter, M.D. «Anatomic» single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction reduces both anterior translation and internal rotation during the pivot shift / M.D. Porter, B. Shadbolt // *Am J Sports Med*. — 2014. — No. 42 (12). — pp. 2948–2954.
19. Vasseur, P.B. Anterior cruciate ligament allograft transplantation in dogs / P.B. Vasseur, S. Stevenson, C.R. Gregory, J.J. Rodrigo, S. Pauli, D. Heitter, N. Shar-key // *Clin Orthop Rel Res*. — 1991. — No. 269. — pp. 295–304.
20. Winkels, P. Development and in situ application of an adjustable aiming device to guide extra- to in- traarticular tibial tunnel drilling for the insertion of the cranial cruciate ligament in dogs / P. Winkels, H. Werner, V. Grevel, G. Oechtering, P. Böttcher // *Vet Surg*. — 2010. — No. 39. — pp. 324–333.
21. Fleming, B. Isometric versus tension measurements. A comparison for the reconstruction of the anterior cruciate ligament / B. Fleming, B.D. Beynnon, R.J. Johnson, et al. // *Am J Sports Med*. — 1993. — No. 21. — pp. 82–88.
22. Gordon-Evans W.J. Comparison of lateral fabellar suture and tibial plateau leveling osteotomy techniques for treatment of dogs with cranial cruciate ligament disease / W.J. Gordon-Evans, J. Dominique et al. // *J Am Vet Med Assoc*. — 2013 Sep 1. — No. 243(5). — pp. 675–680. doi: 10.2460/javma.243.5.675.
23. Grebenuk U.A. Treatment of chronic anteriomedial instability of knee joint / U.A. Grebenuk: PhD of medical science, Dnipropetrovsk, 1999. — 144 p.
24. Schurov I.V. Clinicians and morphological ground of surgical correction of cranial crutiate ligament in dogs with the using of synthetic prosthesis / I.V. Schurov: PhD of veterinary sciences (20.11.2008). — Moscow, 2008. — 139 p.
25. Patent of Russian Federation №2157672 Method of reconstruction of the traumatic damaging of tendons or ligaments in dogs / A.M. Kavunnik, I.V. Schulin // A legal owner is the Kuban State Agrarian University 20.10.2000 bulletin. №32.

References

1. Achtnich A., Forkel P., Metzloff S., Zantop T., Petersen W., Degradation of poly-D-L-lactide (PDLA) interference screws (Megafix®), *Arch Orthop Trauma Surg.*, 2014 Aug, No. 134(8), No. 1147–53, doi: 10.1007/s00402-014-2013-9. Epub 2014 Jun 5.
2. Arnoczy S., The «over the top» procedure: a technique for anterior cruciate ligament substitution in the dog, *J Am Anim Hosp Assoc*, 1979, No. 15, pp. 283–290.
3. Christopher S.A., Beetem J., Cook J.L., Comparison of long-term outcomes as- sociated with three surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs, *Vet Surg*, 2013, No. 42, pp. 329–334.
4. Conzemius M.G., Evans R.B., Besancon M.F., Gordon W.J., Horstman C.L., Hoefle W.D., Nieves M.A., Wagner S.D., Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs, *J Am Vet Med Assoc*, 2005, No. 226, pp. 232–236.
5. Gordon-Evans W.J., Griffon D.J., Bubb C., Knap K.M., Sullivan M., Evans R.B., Comparison of lateral fabellar suture and tibial plateau leveling osteotomy techniques for treatment of dogs with cranial cruciate ligament disease, *J Am Vet Med Assoc*, 2013, No. 243, pp. 675–680.
6. Isberg J., Faxen E., Laxdal G., Eriksson B.I., Karrholm J., Karlsson J., Will early reconstruction prevent abnormal kinematics after ACL injury? Two-year follow-up using dynamic radiostereometry in 14 patients operated with hamstring autografts, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, No. 19, pp. 1634–1642.
7. Johnson J., Austin C., Breuer G., Incidence of canine appendicular musculo- skeletal disorders in 16 veterinary teaching hospitals from 1980 through 1989, *Vet Comp Orthop Traumatol*, 1994, No. 7, pp. 56–69.
8. Kim S.E., Lewis D.D., Pozzi A., Effect of tibial plateau leveling osteotomy on femorotibial subluxation: in vivo analysis during standing, *Vet Surg*, 2012, No. 41, pp. 465–470.
9. Knebel J., Meyer-Lindenberg A., Aetiology, pathogenesis, diagnostics and therapy of cranial cruciate ligament rupture in dogs, *Tierärztl Prax*, 2014, No. 42 (K), pp. 36–47.
10. Kalf S., Meachem S., Preston C., Incidence of medial meniscal tears after arthroscopic assisted tibial plateau leveling osteotomy, *Vet Surg*, 2011, No. 40, pp. 952–956.
11. Leighton R.L., Preferred method of repair of cranial cruciate ligament rupture in dogs: a survey of ACVS diplomates specializing in canine ortho pedics, *American College of Veterinary Surgery, Vet Surg*, 1999, No. 28 pp. 194.
12. Manley P., *Intra-articular stabilization*. In: *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*, Muir P, ed. Ames, Iowa, USA: Wiley-Blackwell 2010; pp. 189–193.
13. Nelson S.A., Krotscheck U., Rawlinson J., Todhunter R.J., Zhang Z., Mohammed H., Long-term functional outcome of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular repair in a heterogeneous population of dogs, *Vet Surg*, 2013, No. 42, pp. 38–50.
14. Smith G.K., Torg J.S., Fibular head transposition for repair of cruciate-deficient stifle in the dog, *J Am Vet Med Assoc*, 1985, No. 187, pp. 375–383.
15. Skinner O.T., Kim S.E., Lewis D.D., Pozzi A., In vivo femorotibial subluxation during weight-bearing and clinical outcome following tibial tuberosity ad- vancement for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs, *Vet J*, 2013, No. 196, pp. 86–91.
16. Stone K.R., Walgenbach A.W., Turek T.J. et al., Anterior cruciate ligament reconstruction with a porcine xenograft: A serologic, histologic and biomechanical study in primates, *The journal of arthroscopic and related surgery*, 2007, Vol. 23, pp. 629–634.
17. Paatsama S., *Ligament injuries of the canine stifle joint: A clinical and experimental study*. Master's thesis, Helsinki, 1952, 15 p.
18. Porter M.D., Shadbolt B., «Anatomic» single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction reduces both anterior translation and internal rotation during the pivot shift, *Am J Sports Med*, 2014, No. 42 (12), pp. 2948–2954.
19. Vasseur P.B., Stevenson S., Gregory C.R., Rodrigo J.J., Pauli S., Heitter D., Shar-key N., Anterior cruciate ligament allograft transplantation in dogs, *Clin Orthop Rel Res*, 1991, No. 269, pp. 295–304.
20. Winkels P., Werner H., Grevel V., Oechtering G., Böttcher P., Development and in situ application of an adjustable aiming device to guide extra- to in- traarticular tibial tunnel drilling for the insertion of the cranial cruciate ligament in dogs, *Vet Surg*, 2010, No. 39, pp. 324–333.
21. Fleming B., Beynnon B.D., Johnson R.J., et al., Isometric versus tension measurements. A comparison for the reconstruction of the anterior cruciate ligament, *Am J Sports Med*, 1993, No. 21, pp. 82–88.
22. Gordon-Evans Wanda J., J. Dominique et al., Comparison of lateral fabellar suture and tibial plateau leveling osteotomy techniques for treatment of dogs with cranial cruciate ligament disease, *J Am Vet Med Assoc*, 2013 Sep 1, No. 243(5), pp. 675–680. doi: 10.2460/javma.243.5.675.
23. Grebenuk U.A. Treatment of chronic anteriomedial instability of knee joint / U.A. Grebenuk: PhD of medical science, Dnipropetrovsk, 1999, 144 p.
24. Schurov I.V. Clinicians and morphological ground of surgical correction of cranial crutiate ligament in dogs with the using of synthetic prosthesis / I.V. Schurov: PhD of veterinary sciences (20.11.2008). — Moscow, 2008. — 139 p.
25. Patent RF №2157672 Sposob vosstanovleniya zastareloj travmy suhozhilij ili svyazok u sobak / Kavunnik A.M., Zhulin I.V. // pravoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet opubl. 20.10.2000 byul. №32.

ABSTRACT

A.V. Chernov^{1,2}, A.A. Emanov³.

¹«Endovet™» Veterinary clinics (101, Omskaya str., Kurgan, 640026).

²VetEndoSchool VESK™ KARL STORZ (7/4, Derbenevskaya emb., Moscow, 115114).

³Russian scientific centre «Restorative traumatology and orthopedics» named after academician G.A. Ilizarov (6, M. Ulyanova street, Kurgan, Russia, 640014).

Intracapsule arthroscopic assisted cranial cruciate ligament prothesis in dogs in situ.

Until 2013 one of scientific directions of clinic of «Endovet™» (Russia, Kurgan) — research and introduction in veterinary practice of arthroscopic reconstruction of cranial cruciate ligament in dogs. The specialists of clinic researching, implemented and patented methodology of arthroscopic autoimplantation, simultaneously with it began actively to use prothesis cranial cruciate ligament for dogs. In articles the results of the use of one of new variants of CCL prothesis are analysed for dogs.

Keywords: cranial cruciate ligament, arthroscopic prothesis, dog.