

РОЛЬ ВНУТРЕННЕЙ БЕДРЕННО-НАДКОЛЕННИКОВОЙ СВЯЗКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ НАДКОЛЕННИКА: ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И БИОМЕХАНИКИ

Д.А. Маланин^{1,2}, Д.А.Новиков^{1,2}, И.А. Сучилин^{1,2}, Л.Л. Черезов^{1,2}

¹ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, Россия, 400131

² ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, Россия, 400131

Реферат

Цель исследования – анатомо-биомеханическое обоснование восстановления внутренней бедренно-надколенниковой связки при рецидивирующем вывихе надколенника.

Материал и методы. Материалом для анатомической части исследования послужили свежие препараты 27 коленных суставов. Биомеханическое исследование с использованием варианта системы видеозахвата выполняли на 5 препаратах коленного сустава, на первом этапе исследовали наружное смещение надколенника, а на втором – изометричность внутренней бедренно-надколенниковой связки (ВБНС).

Результаты. Во всех случаях ВБНС была обнаружена между капсулой коленного сустава и поверхностной фасцией. В 6 (22,2%) суставах она имела однопучковое строение, в 14 (51,8%) – двухпучковое, в 2 (7,4%) – трехпучковое. В 2 (7,4%) суставах связка была выражена слабо в виде одного истонченного пучка, прикрепляющегося к верхней трети надколенника. О степени изометричности ВБНС свидетельствовало изменение расстояния между оптическими маркерами, находящимися в областях прикрепления связки. Для всех коленных суставов данное расстояние достигало $58,3 \pm 1,2$ мм при сгибании голени в коленном суставе на 20° ; $57,8 \pm 1,4$ мм – при сгибании на 30° ; $56,9 \pm 1,3$ мм – при 45° ; $56,8 \pm 1,3$ мм – при 60° сгибания и $53,0 \pm 0,7$ мм при 90° .

Заключение. ВБНС имеет несколько вариантов анатомического строения и в большинстве случаев представлена двумя пучками, расположенными на внутренней поверхности коленного сустава в задне-переднем и проксимально-дистальном направлениях. Изометричность, как нормальная характеристика каждой анатомически расположенной около- или внутрисуставной связки, присуща ВБНС и должна быть соблюдена при выполнении её пластики.

Ключевые слова: коленный сустав, внутренняя бедренно-надколенниковая связка, привычный вывих надколенника.

Введение

Рецидивирующий вывих надколенника не относится к распространенным формам патологии костно-мышечной системы, частота его встречаемости составляет 0,3–0,5% от всех травматических вывихов. Однако в масштабе Российской Федерации количество пациентов с указанной патологией ежегодно увеличивается более чем на 2000 молодых людей, имеющих существенное ограничение физической активности и, соответственно, более низкий уровень качества жизни по сравнению с их сверстниками [1, 2].

Среди классифицированных вариантов смещения надколенника наружная нестабильность занимает лидирующее место [1, 8]. Рецидивирующее латеральное смещение надко-

ленника сопровождается несостоятельностью внутренней бедренно-надколенниковой связки (ВБНС), которая в ряде исследований рассматривается как один из факторов возникновения хронической нестабильности [10, 15, 21].

В последние годы уделяется большое внимание восстановлению ВБНС, разрабатываются различные способы пластики связки, фиксации трансплантата [15]. Опубликованные результаты исследований остаются дискуссионными в отношении анатомического строения и биомеханики ВБНС, а также её роли как ключевого стабилизатора надколенника.

Целью нашего исследования являлось анатомо-биомеханическое обоснование восстановления ВБНС при рецидивирующем вывихе надколенника.

Маланин Д.А., Новиков Д.А., Сучилин И.А., Черезов Л.Л. Роль внутренней бедренно-надколенниковой связки в обеспечении устойчивости надколенника: особенности анатомического строения и биомеханики. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (2):56-65.

Новиков Дмитрий Александрович. Пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, Россия, 400131; e-mail: novikov_trauma@mail.ru

1 Рукопись поступила: 20.04.2015; принята в печать: 16.05.2015

Материал и методы

Материалом для анатомической части исследования послужили свежие препараты 27 коленных суставов (16 левых, 11 правых), взятые у лиц мужского (18) и женского (9) пола, не имевших повреждений и не страдавших при жизни заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Средний возраст умерших составлял 40 лет (от 35 до 55 лет). Забор материала осуществляли в Волгоградском областном бюро судебно-медицинской экспертизы не позднее 24 часов после смерти.

Доступ к внутренним стабилизаторам надколенника осуществляли следующим образом. Проводили две виртуальные линии: первую – в косом направлении параллельно и на 1 см выше паховой складки, вторую – в горизонтальном направлении через бугристость большеберцовой кости (от внутреннего до наружного края голени). Разрез выполняли продольно от середины верхней горизонтальной линии до середины нижней линии через надколенник от точки, проходящей на 5 см выше надколенника, до бугристости большеберцовой кости. Последовательно была препарирована кожа, подкожная жировая клетчатка. После выделения внутренней головки *m. vastus medialis obliquus* ее пересекали на уровне прикрепления к надколеннику и отодвигали.

На препаратах коленного сустава выделяли ВБНС на всем протяжении от внутреннего края надколенника до мышечка бедренной кости, определяли её форму, измеряли длину, ширину, толщину, угол наклона связки, а также топографию областей прикрепления. Геометрический центр области бедренного прикрепления ВБНС маркировали спицей Киршнера.

Для определения оптимальной методики расчета центра области бедренного прикрепления ВБНС измеряли расстояние от установленного и маркированного в ходе анатомического исследования геометрического центра области прикрепления ВБНС до уровня дистальной суставной щели и заднего кортикального слоя бедренной кости. Полученные в ходе анатомического исследования средние показатели с учетом масштабирования переносили на профильные рентгенограммы 20 здоровых коленных суставов, на которых предварительно определяли центр области бедренного прикрепления ВБНС по способам P.V. Shootle [12] и M. Bernard с соавторами [7] и сравнивали между собой.

Биомеханическое исследование с использованием варианта системы видеозахвата выполняли на 5 препаратах коленного сустава, каждый из которых включал в себя суставные отделы сочленяющихся костей, капсульно-связочный аппарат и окружающие их мышцы. В костно-мозговые каналы бедренной и большеберцовой костей были введены стержни диаметром 12 мм и длиной 30 см, которые фиксировали с использованием костного цемента «Osteobond» (Zimmer, США). Экспериментальный препарат закрепляли в оригинальном биомеханическом устройстве, обеспечивающем полную амплитуду сгибательно-разгибательных движений в коленном суставе. Биомеханическое исследование состояло из двух этапов: на первом этапе исследовали наружное смещение надколенника, а на втором – изометричность ВБНС. Для исследования наружного смещения надколенника первый оптический маркер устанавливали в его центр, который соответствовал геометрическому центру относительно костных ориентиров во фронтальной и сагиттальной плоскостях (внутренняя/наружная граница, проксимальный и дистальный полюсы); второй маркер – в точку прикрепления ВБНС на внутреннем мышечке бедренной кости. Камера была установлена на расстоянии 150 см в направлении, параллельном анатомической оси бедра [13, 15]. Для исследования изометричности ВБНС маркеры фиксировали в областях нативного прикрепления связки. При этом камере устанавливали перпендикулярно анатомической оси бедра на уровне оптических маркеров. Калибровку камеры осуществляли в статичном режиме. Полученные данные анализировали с помощью программы Tracker Video Analysis and Modeling Tool. Во время первых пяти испытательных циклов движений надколенник и поддерживающий его аппарат оставляли интактными. Затем к наружному краю надколенника с помощью кортикального винта прикрепляли стальную леску, прикладывая к ней силу, действующую латерально, величиной 10 Н [21]. И наконец, измерения производили после пересечения ВБНС с приложенной к надколеннику латеральной силой и без неё (рис. 1).

Полученные в ходе исследований результаты обрабатывали статистически с использованием инструментов дисперсионного анализа, критерия хи-квадрат, коэффициента Фишера, U-критерия Манна – Уитни.

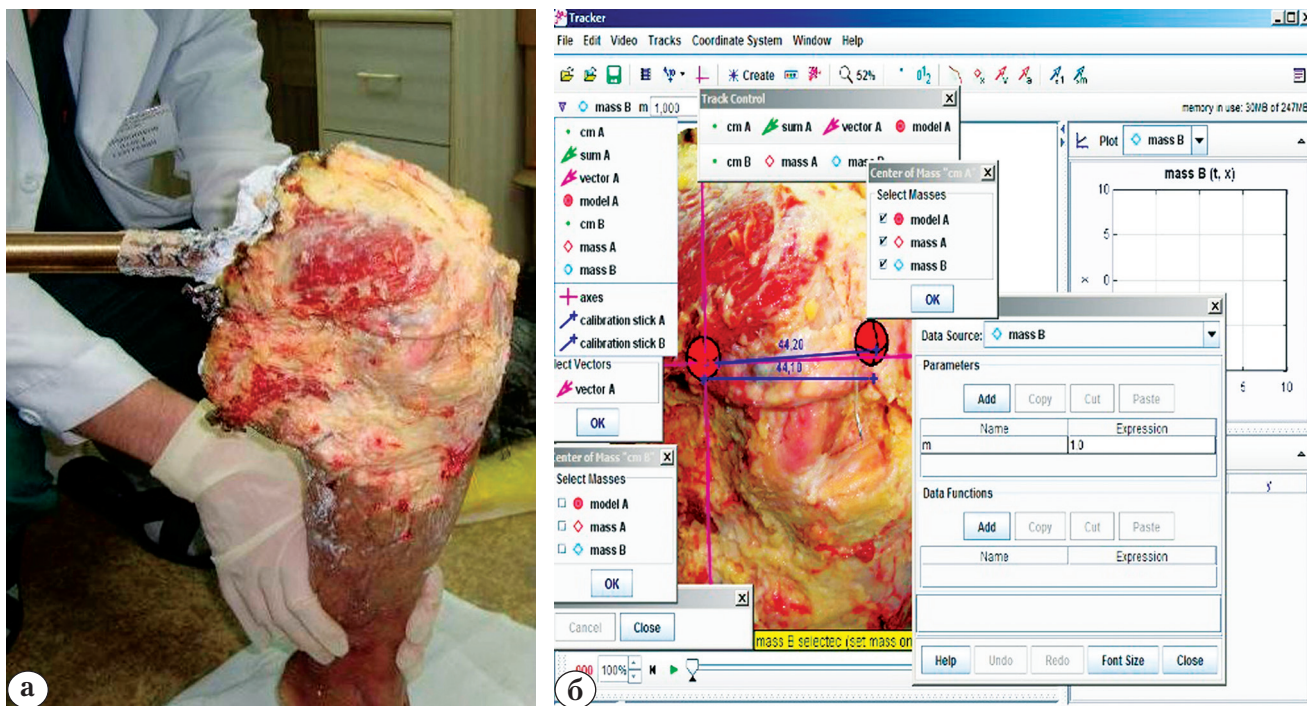


Рис. 1. Программный анализ кинематики движений надколенника:
 а – калибровка биомеханического препарата в статичном режиме; б – непосредственный видеозахват оптических маркеров с использованием программного обеспечения Tracker Video Analysis and Modeling Tool

Результаты

ВБНС, представленная одним или несколькими тяжами, направляющимися от внутренней поверхности медиального мышцелка бедренной кости к внутреннему краю надколенника в задне-переднем и проксимально-дистальном направлениях, была выделена в 26 (96,2%) коленных суставах. Во всех случаях ВБНС была обнаружена между капсулой коленного сустава и поверхностной фасцией. В 6 (22,2%) суставах она имела однопучковое строение, в 14 (51,8%) – двухпучковое, в 2 (7,4%) – трехпучковое (рис. 2). В 2 (7,4%) суставах связка была выражена слабо в виде одного истонченного пучка, прикрепляющегося к верхней трети надколенника. В 1 (3,7%) суставе ВБНС отсутствовала, ее функцию, по-видимому, выполняли поверхностные волокна конечного сухожилия внутренней широкой мышцы бедра, расходящиеся веерообразно и прикрепляющиеся ко всему внутреннему краю надколенника. Там, где связка отсутствовала или была выражена слабо, в ее образовании также принимали участие волокна дистальной части сухожилия наружной широкой мышцы бедра, которые направлялись с противоположной стороны надколенника. При этом волокна не фиксировались к надколеннику с наружной стороны, а перекидывались через него.

В исследованных нами коленных суставах местом проксимального прикрепления связки к бедренной кости в 9 (33,3%) случаях являлся приводящий бугорок, в 17 (62,9%) суставах место прикрепления оказалось расположено на $9,43 \pm 0,6$ мм проксимальнее и на $3,89 \pm 0,62$ мм кзади от приводящего бугорка. Ширина места прикрепления связки к бедренной кости составляла $19,5 \pm 5,9$ мм, длина – $10,8 \pm 5,9$ мм.

Измеренное расстояние от геометрического центра области бедренного прикрепления ВБНС до уровня дистальной суставной щели достигало $32 \pm 3,9$ мм, до заднего кортикального слоя бедренной кости – $26 \pm 4,8$ мм. Рассчитанный с помощью указанных средних показателей центр области бедренного прикрепления ВБНС располагался на профильных рентгенограммах на $1,5 \pm 0,5$ мм кпереди от линии, являющейся продолжением заднего кортикального слоя бедренной кости и на $2,7 \pm 0,4$ мм проксимальнее перпендикуляра к этой линии, проведенного вдоль основания мышцелков бедренной кости. Экстраполируя полученные данные на известные методики расчёта центра области бедренного прикрепления ВБНС, наблюдали 88,7% совпадений с методикой Р.В. Schottle с соавторами [12], что обосновало ее дальнейшее применение в клинической части исследования (рис. 3).

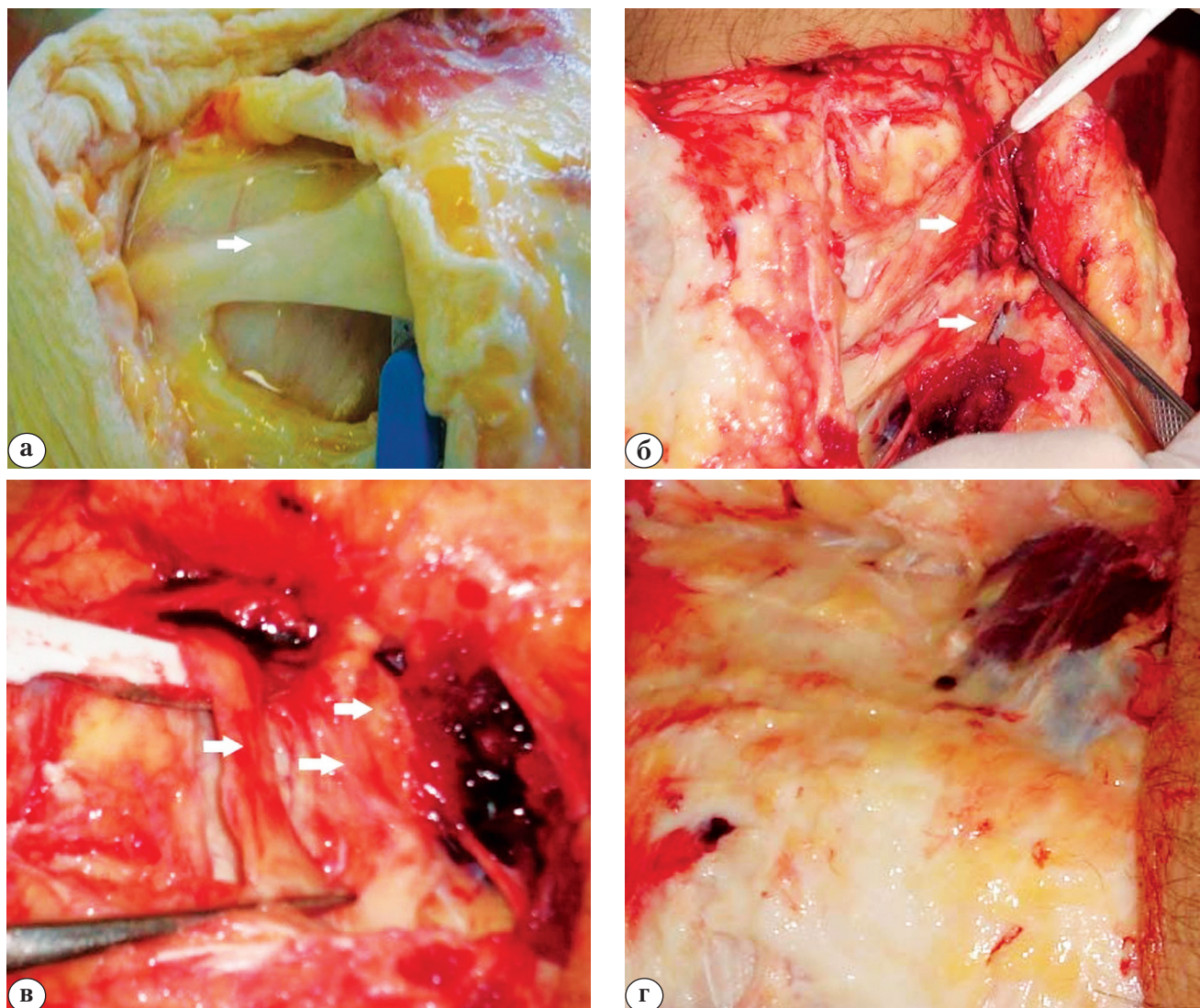


Рис. 2. Варианты анатомического строения ВБНС:

а – однопучковое строение связки;

б – двухпучковое строение связки;

в – трёхпучковое строение связки (стрелками обозначены пучки ВБНС);

г – отсутствие связки

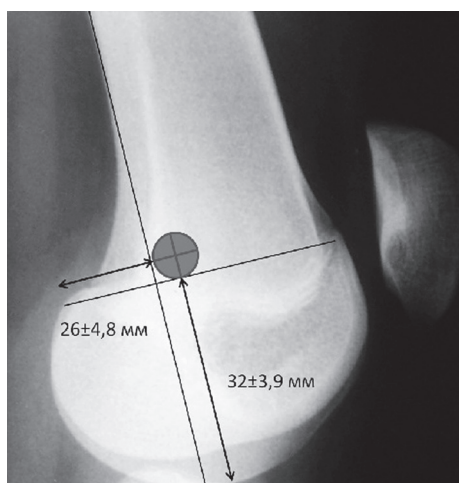


Рис. 3. Расположение центра области бедренного прикрепления ВБНС после перенесения данных анатомического исследования на профильные рентгенограммы с учетом масштабирования

Напротив, при использовании методики М. Bernard с соавторами для определения центра области бедренного прикрепления ВБНС совпадения в расчетах отмечали только в 11,3% случаев [7].

В 12 (44,4%) суставах местом дистального прикрепления ВБНС оказалась верхняя треть внутреннего края надколенника, в 10 (37%) суставах – верхние две трети, в 4 (14,8%) суставах ВБНС прикреплялась по всей поверхности внутреннего края надколенника. Ширина места прикрепления связки к внутреннему краю надколенника составляла $20,5 \pm 7,9$ мм, а длина – $8,6 \pm 3,9$ мм.

При измерении расстояния между оптическими маркерами, расположенными в геометрическом центре надколенника и на наружном мыщелке бедренной кости, наружное смещение надколенника достоверно достигало максимальной величины при 60° сгибания голени в коленном суставе и составляло при сохранении разгибательного аппарата $50,2 \pm 1,5$ мм. Наоборот, минимальное смещение надколенника констатировали при интактном кап-

сульно-связочном аппарате коленного сустава и без приложения наружной силы. После резекции ВБНС расстояние между оптическими маркерами, т.е. наружное смещение надколенника, было достоверно больше, чем при интактном капсульно-связочном аппарате или после приложения к нему латерально направленной силы. И, наконец, после пересечения ВБНС с одновременным приложением силы наружное смещение достигало максимальной величины $68,9 \pm 0,9$ мм, то есть надколенник находился в подвывихе. При сгибании в коленном суставе более 80° показатели смещения надколенника были практически одинаковыми во всех случаях (рис. 4).

О степени изометричности ВБНС свидетельствовало изменение расстояния между оптическими маркерами, находящимися в областях прикрепления связки. Для всех коленных суставов данное расстояние достигало $58,3 \pm 1,2$ мм при сгибании голени в коленном суставе на 20° ; $57,8 \pm 1,4$ мм – при сгибании на 30° ; $56,9 \pm 1,3$ мм – при 45° ; $56,8 \pm 1,3$ мм – при 60° сгибания и $53,0 \pm 0,7$ мм при 90° (рис. 5).

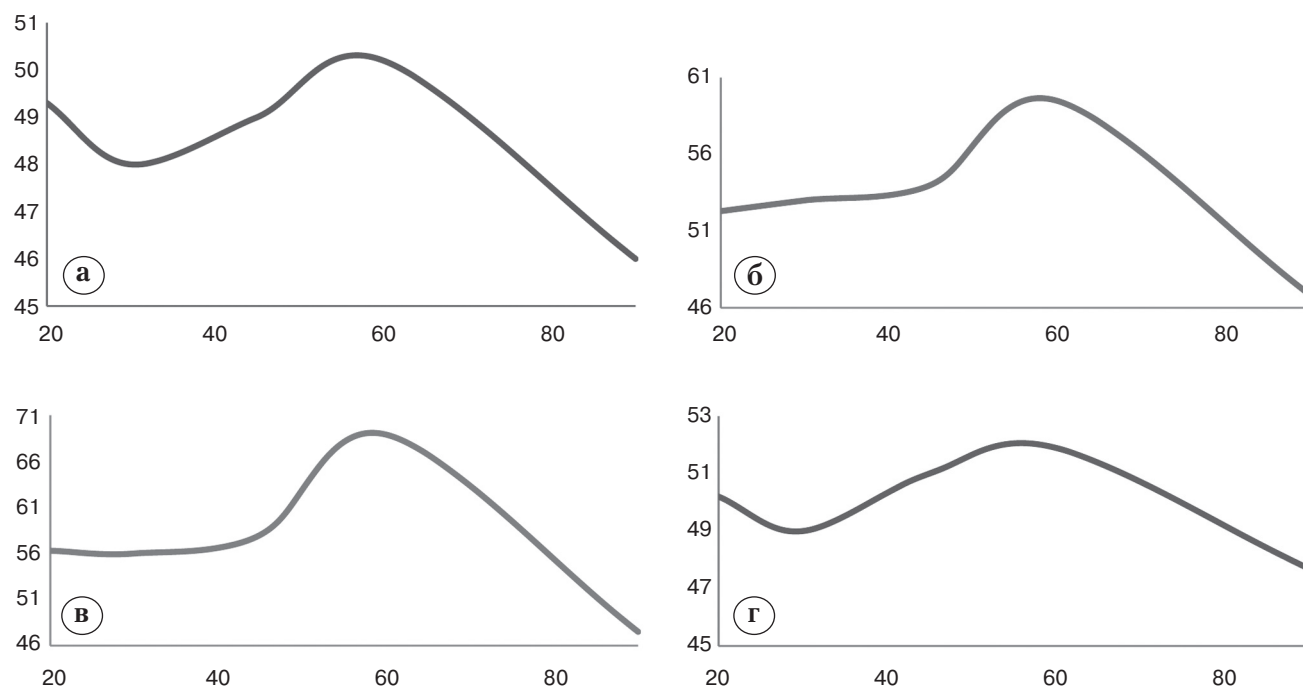


Рис. 4. Изменение расстояния между оптическими маркерами, установленными в область внутреннего мыщелка и в геометрический центр надколенника, при сгибании в коленном суставе:

- а – связочный аппарат интактен;
- б – приложена латеральная сила;
- в – после пересечения ВБНС;
- г – с приложенной силой и пересечённой ВБНС.

Горизонтальная ось – угол сгибания голени в коленном суставе, вертикальная ось – изменение расстояния между оптическими маркерами

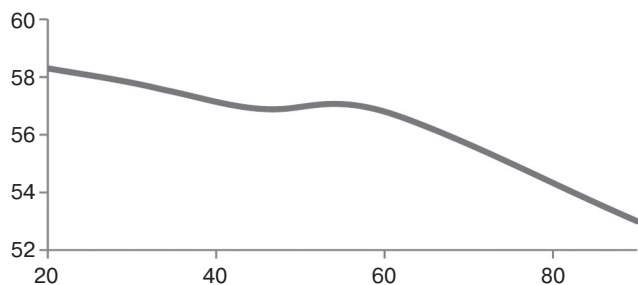


Рис. 5. Изменение расстояния между оптическими маркерами, установленными в области прикрепления ВБНС. Горизонтальная ось – угол сгибания голени в коленном суставе, вертикальная ось – изменение расстояния между оптическими маркерами

Обсуждение

Трехслойное строение внутреннего поддерживающего связочного аппарата надколенника было детально изучено L.F. Warren и J.L. Marshall. Первый из трёх слоёв включает в себя поверхностную фасцию, волокна которой идут поперечно к длинной оси надколенника и состоят из сухожильных растяжений, прикрепляющихся веерообразно к внутренней поверхности надколенника и к большеберцовой кости. Также к первому слою относится внутренняя большеберцово-надколенниковая связка. Она представляет собой сухожильный тяж, который начинается от передневнутренней поверхности большеберцовой кости, далее переходит во внутренние поддерживающие структуры и прикрепляется к внутреннему краю надколенника. ВБНС, как и большеберцовую коллатеральную связку, L.F. Warren и J.L. Marshall относили ко второму слою [20].

В анатомических исследованиях В. Reider не смог идентифицировать ВБНС и поэтому считал её частью капсулы [11]. Т. Conlan с соавторами находили ВБНС только в половине своих наблюдений и также рассматривали связку как непостоянную структуру [8].

В отечественной анатомической номенклатуре внутренняя бедренно-надколенниковая связка не выделена как самостоятельная структура, имеется лишь описание поддерживающих связок надколенника, расположенных вертикально и следующих «от боковых отделов надколенника к соответствующим мышцам бедра» [1, 2]. Более дифференцированный подход к описанию строения поддерживающих связок надколенника, наметившийся в последние годы, был обусловлен получением новых данных о биомеханической роли отдельных образований коленного сустава и возросшими требованиями хирургической анатомии.

Проведенное нами анатомическое исследование внутреннего поддерживающего аппарата надколенника показало, что ВБНС представляет собой тонкий пучок волокон, который идет в задне-переднем и проксимально-дистальном направлениях и заканчивается на внутреннем крае надколенника, переплетаясь в своей дистальной части с *m. vastus medialis obliquus* и капсулой сустава. По мнению P.V. Nautamaa с соавторами, такое переплетение волокон ВБНС с другими структурами коленного сустава усиливает стабилизирующие функции связки [9]. J.I. Тухое с соавторами в своей работе описали также тесное взаимодействие ВБНС и большеберцовой коллатеральной связки, которого в нашем исследовании обнаружено не было [18].

В современной литературе сохраняются некоторые разночтения в отношении топографии областей прикрепления ВБНС, особенно на бедренной кости. Область большеберцового прикрепления ВБНС в большинстве работ ограничивается верхней третьей внутренней края надколенника [15, 16, 18]. В нашем исследовании область прикрепления распространялась на верхние две трети его внутреннего края. По данным R.N. Steensen с соавторами, длина надколенникового прикрепления ВБНС была значительно больше, чем бедренного [16]. С. Smirk и Н. Morris нашли эти значения практически равными, в чем мы также смогли убедиться, сравнив между собой протяженность связки на внутреннем мышечке бедренной кости ($19,5 \pm 5,9$ мм) и на надколеннике ($20,5 \pm 7,9$ мм) [14].

В. Reider с соавторами считали, что свое начало ВБНС берет от наружного мышечка бедренной кости [11]. С. Smirk и Н. Morris обнаруживали область бедренного прикрепления связки на 5 мм дистальнее от приводящего бугорка [14]. В исследованных нами коленных суставах область прикрепления ВБНС в большинстве случаев оказалась расположенной на $9,43 \pm 0,6$ мм проксимальнее и на $3,89 \pm 0,62$ мм кзади от приводящего бугорка.

Как показывает клиническая практика, точное определение областей прикрепления ВБНС во время пластической операции позволяет избежать ряда специфических осложнений. Неанатомичная установка трансплантата связки нарушает нормальную биомеханику надколенника [21]. Наиболее проблематичной считается навигация в области бедренного прикрепления ВБНС. Смещение центра фиксации трансплантата проксимально сопровождается высоким риском развития контрактуры, болевого синдрома вследствие гиперпрессии во внутренних отделах бедрен-

но-надколенного сочленения. Напротив, дистализация области бедренного прикрепления трансплантата приводит к рецидивам нестабильности надколенника с сохранением симптома «мрачного предчувствия» в послеоперационном периоде [16].

Сравнение известных способов определения области бедренного прикрепления ВБНС показало, что в 88,7% её центр, предварительно отмеченный на наших анатомических препаратах, совпадал с расчетными данными, полученными на рентгенограммах в боковой проекции с использованием методики Р.В. Shootle. Способ «квадратов» М. Bernard с соавторами оказался менее точным: совпадение центров области бедренного прикрепления ВБНС наблюдали только в 11,3% случаев, хотя С. Smirk и Н. Morris в своих работах по изучению центра бедренного прикрепления утверждали, что разница в 5 мм не оказывает существенного влияния на характер перемещения надколенника [14].

В биомеханической части исследования наибольший интерес представляла оценка перемещения надколенника при сгибании в коленном суставе от 0 до 60°, преимущественный контроль за которым, как известно, осуществляется со стороны мягкотканых стабилизаторов [17]. Особенности траектории движения, представленные в работах В. Reider с соавторами, А.А. Amis с соавторами, Van Kampen с соавторами, заключаются в том, что до 30° сгибания голени в коленном суставе надколенник смещается кнутри, а в диапазоне от 30 до 90° – кнаружи [4, 11, 19]. Эти результаты в целом отражают общепринятое представление, хотя в ряде исследований приводятся и другие данные. Так, Р. Andricoula с соавторами обосновывают первоначальное наружное перемещение надколенника, которое после 60° сгибания голени сменяется на внутреннее [5].

Значительные изменения в расстояниях между оптическими маркерами после пересечения ВБНС, согласно данным нашего исследования, указывали на одну из основных стабилизирующих функций связки в отношении наружного смещения надколенника в указанной амплитуде движения сустава. Напротив, уменьшение расстояний между оптическими маркерами при сгибании голени от 60 до 90° подчеркивало меньшую степень влияния, которое могла оказывать связка на траекторию движения надколенника и его устойчивость во фронтальной плоскости. При наличии централизованного вектора четырёхглавой мышцы и отсутствии латерально направленной силы ВБНС не оказывало значимого влияния на

стабильность надколенника при сгибании голени в коленном суставе.

Данные измерения наружного перемещения надколенника при интактном поддерживающем аппарате и пересечённой ВБНС оказались практически идентичными. В связи с этим можно с уверенностью предположить, что при изолированном повреждении ВБНС и отсутствии признаков дисплазии разгибательного аппарата рецидивирующей нестабильности надколенника может не возникнуть.

Выводы

1. ВБНС имеет несколько вариантов анатомического строения и в большинстве случаев представлена двумя пучками, расположенными на внутренней поверхности коленного сустава в задне-переднем и проксимально-дистальном направлениях. Средняя длина связки составляет $59,8 \pm 2,2$ мм, ширина – $23,4 \pm 1,1$ мм. На бедренной кости ВБНС более чем в 60% случаев прикрепляется на $9,43 \pm 0,6$ мм проксимальнее и на $3,89 \pm 0,62$ мм кзади от приводящего бугорка. Ширина места прикрепления связки к бедренной кости составляет $19,5 \pm 5,9$ мм, длина – $10,8 \pm 5,9$ мм. Местом дистального прикрепления ВБНС почти в половине случаев является верхняя треть внутреннего края надколенника. Ширина места прикрепления связки к внутренней поверхности надколенника составляла $20,5 \pm 7,9$ мм, а длина – $8,6 \pm 3,9$ мм.

2. Изометричность, как нормальная характеристика каждой анатомически расположенной около- или внутрисуставной связки, присуща ВБНС и должна быть соблюдена при выполнении её пластики. В наибольшей степени она проявляется при сгибании голени в коленном суставе от 0 до 60°. ВБНС является значимым стабилизатором надколенника от действия сил, направленных кнаружи. Значительные изменения в расстояниях между оптическими маркерами после пересечения ВБНС с приложенной латеральной силой доказывают её стабилизирующую функцию в отношении наружного смещения надколенника при сгибании голени в коленном суставе от 0 до 60°.

3. Центр области бедренного прикрепления ВБНС находится на расстоянии $32 \pm 3,9$ мм до уровня дистальной суставной щели и $26 \pm 4,8$ мм до заднего кортикального слоя бедренной кости. В 88,7% он совпадает с расчетными данными, полученными на рентгенограммах в боковой проекции с использованием методики Р.В. Shootle.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Болотин Г.Д. Вывихи надколенника. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2010; (13): 91-95.
2. Крупко И.Л. Внутренние повреждения коленного сустава. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1961; (1): 61-65.
3. Новиков Д.А., Маланин Д.А., Сучилин И.А. Анатомическое обоснование хирургического метода пластики внутренней бедренно-надколенниковой связки при привычном вывихе надколенника. *Медицинский альманах*. 2011; (19): 31-34.
4. Amis A.A. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee*. 2003; 10(3): 215-220.
5. Andrikoula S. The extensor mechanism of the joint: an anatomical study. *Knee*. 2006; 14(3): 214-220.
6. Baumgartl F. Das Kniegelenk. Berlin: Springer-Verlag; 1950. 452 s.
7. Bernard M., Hertel P., Hornung H., Cierpinski T. Femoral insertion of the MPFL: radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg*. 1997; 10:14-21.
8. Conlan T., Garth W.P., Lemons J.E. Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *Bone Joint Surg Am*. 1993; 75:682-693.
9. Hautamaa P.V., Fithian K.R. Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. *Clin Orthop*. 1998; (349):174-182.
10. Leung Y.F., Wai Y.C. Leung Patella alta in southern China: A new method of measurement. *Int Orthop*. 1996; 20(5): 305-310.
11. Reider V., Marshall J. The anterior aspect of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1981; 63:351-356.
12. Schottle P.B., Fucentese S.F., Romero J. Clinical and radiological outcome of medial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosus autograft for patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005; 13(7):516-521.
13. Scuderi G.R. The patella. New York: Springer-Verlag; 1995. 351 p.
14. Smirk C., Morris H. The anatomy and reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee*. 2003; 10:221-227.
15. Smith T.O. Does knee joint proprioception alter following medial patellofemoral ligament reconstruction? *Knee*. 2014; 21(1):21-27.
16. Steensen R.N., Dopirak R.M., McDonald W.G. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med*. 2012; 32:1509-1513.
17. Thaunat M., Erasmus P. Management of overtight medial patellofemoral ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009; 17:480-483.
18. Tuxoe J. The medial patellofemoral ligament: a dissection study. *Arthroscopy*. 2002; 10:138-140.
19. Van Kampen A., Huiskes R. The three-dimensional tracking pattern of the human patella. *J Orthop. Res*. 1990; 8 (3): 372-382.
20. Warren L.F., Marshall F. The prime static stabilizer of the medial side of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1974; 56(4): 665-674.
21. Zaffagnini S., Colle F., Zopoto N. et al. The influence of medial patellofemoral ligament on patellofemoral joint kinematics and patellar stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014; 21:2164-2171.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Маланин Дмитрий Александрович – д-р медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; заведующий лабораторией экспериментальной и клинической ортопедии ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»

Новиков Дмитрий Александрович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; научный сотрудник ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»

Сучилин Илья Алексеевич – ассистент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; научный сотрудник ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»

Черезов Леонид Леонидович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; научный сотрудник ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр».

SIGNIFICANCE OF MEDIAL PATELLO-FEMORAL LIGAMENT IN SUPPORT OF PATELLA STABILITY: FEATURES OF ANATOMY AND BIOMECHANICS

D.A. Malanin^{1,2}, D.A. Novikov^{1,2}, I.A. Suchilin^{1,2}, L.L. Cheresov^{1,2}¹Volgograd State Medical University,
pl. Pavshikh Bortsov, 1, Volgograd, Russia, 400131²Volgograd Medical Science Center,
pl. Pavshikh Bortsov, 1, Volgograd, Russia, 400131**Abstract**

The purpose of the study – anatomical and biomechanical substantiation of medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction in cases of recurrent patella dislocation.

Material and methods. Anatomical studies were performed in 27 fresh frozen cadaver knees. Biomechanical study was made using video capture system with 5 specimens of the knee. In the first stage we examined the lateral displacement of the patella when the knee was flexing, and in the second – isometric properties of the MPFL.

Results. In all cases MPFL was found between the knee capsule and the superficial fascia. In 6 (22.2%) cases single-bundle structure was revealed, in 14 (51.8%) – two-bundle and in 2 (7.4%) – three-bundle structure. In 2 (7.4%) knee joints MPFL was presented in one thinned bundle, attached to the upper third of the patella. The degree of the MPFL isometry was indicated by changing in the distance between the optical markers located in the regions of attachment of MPFL ligament. For all of the knees this distance had reached 58.3±1.2 mm tibia in knee flexion at 20°; 57.8±,4 mm – when flexed by 30°; 56.9±1,3 mm – at 45°; 56.8±1,3 mm – at 60° of flexion and 53.0±0,7 mm – at 90°.


Conclusion. There are several variants of MPFL anatomical structure, and in most cases it has two bundles oriented to the medial surface of the knee from posterior to anterior and from proximal to distal directions. MPFL has a streak of isometry, as a normal characteristic of each anatomical ligament and this isometry must be followed in MPFL reconstruction in case of recurrent patella dislocation.

Key words: knee, medial patellofemoral ligament, patella instability.

Conflict of interest: none.

References

- Bolotin GD. Vyvikhi nadkolennika [Patellar dislocation] *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 2010; (13):91-95. [in Rus.]
- Krupko IL. Vnutrenniye povrezhdeniya kolennogo sustava [Internal damage to the knee joint] *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 1961; (1):61-65. [in Rus.]
- Novikov DA, Malanin DA, Suchilin IA. Anatomicheskoe obosnovaniye plastiki vnutrenney bedrenno-nadkoleennikovoy svyazki pri privychnom vyvikhe nadkolennika [The anatomical justification of surgical methods of medial patella-femoral ligament plastic in case of habitual dislocation of the patella]. *Meditsinskiy almanakh* [Medical miscellanea]. 2011; (19):31-34. [in Rus.]
- Amis A.A. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee*. 2003; 10(3):215-220.
- Andrikoula S. The extensor mechanism of the joint: an anatomical study. *Knee*. 2006; 14(3):214-220.
- Baumgartl F. Das Kniegelenk. Berlin: Springer-Verlag; 1950. 452 s.
- Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T. Femoral insertion of the MPFL: radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg*. 1997; (10):14-21.
- Conlan T, Garth W.P., Lemons J.E. Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. *Bone Joint Surg Am*. 1993; (5): 682-693.
- Hautamaa PV, Fithian KR. Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair. *Clin Orthop*. 1998; (349):174-182.
- Leung YF, Wai YC. Leung Patella alta in southern China: A new method of measurement. *Int Orthop*. 1996; 20(5): 305-310.
- Reider B, Marshall J. The anterior aspect of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am*. 1981; 63:351-356.
- Schottle PB, Fucentese SF, Romero J. Clinical and radiological outcome of medial patellofemoral ligament reconstruction with a semitendinosus autograft for patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005; 13(7):516-521.
- Scuderi G.R. The patella. New York: Springer-Verlag; 1995. 351 p.
- Smirk C, Morris H. The anatomy and reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee*. 2003; (10): 221-227.
- Smith T.O. Does knee joint proprioception alter following medial patellofemoral ligament reconstruction? *Knee*. 2014; 21(1):21-27.

 **Cite as:** Malanin DA, Novikov DA, Suchilin IA, Cheresov LL [Significance of medial patello-femoral ligament in support of patella stability: features of anatomy and biomechanics]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (2): 56-65. [in Russian]

 *Novikov Dmitry A.* Pl. Pavshikh Bortsov, 1, Volgograd, Russia, 400131; e-mail: novikov_trauma@mail.ru

 Received: 20.04.2015; Accepted for publication: 16.05.2015

16. Steensen R.N., Dopirak R.M., McDonald W.G. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med.* 2012; (32): 1509-1513.
17. Thaanat M, Erasmus P. Management of overtight medial patellofemoral ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009; (17): 480-483.
18. Tuxoe J. The medial patellofemoral ligament: a dissection study. *Arthroscopy.* 2002; (10): 138-140.
19. Van Kampen A., Huijskes R. The three-dimensional tracking pattern of the human patella. *J Orthop. Res.* 1990; 8 (3): 372-382.
20. Warren LF, Marshall F. The prime static stabilizer of the medial side of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1974; 56(4): 665-674.
21. Zaffagnini S, Colle F, Zopoto N et al. The influence of medial patellofemoral ligament on patellofemoral joint kinematics and patellar stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 21:2164-2171.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Malanin Dmitry A. – professor, the head of department of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University; the head of laboratory of experimental and clinical orthopedics, Volgograd Medical Science Center

Novikov Dmitry A. – assistant of the department of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University; researcher of Volgograd Medical Science Center

Suchilin Ilya A. – assistant of department of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University; researcher of Volgograd Medical Science Center

Cherezov Leonid L. – assistant researcher of Department of traumatology, orthopedics and field surgery, Volgograd State Medical University; researcher of Volgograd Medical Science Center

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

ФГБУ «Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» объявляет конкурс на замещение вакантных должностей научных отделений:

Заведующего научным отделением:

- организационно-методического отделения (1,0)
- хирургии кисти с микрохирургической техникой (1,0)
- экспериментально-морфологического отделения (1,0)

Ведущего научного сотрудника:

- отделения патологии тазобедренного сустава (1,5)
- отделения спортивной травматологии и реабилитации (1,0)
- отделения диагностики заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы (0,5)

Старшего научного сотрудника:

- отделения диагностики заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы (2,0)
- отделения спортивной травматологии и реабилитации (1,0)
- нейроортопедии с костной онкологией (0,5)
- экспериментально-морфологического отделения (1,0)

Научного сотрудника:

- отделения диагностики заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы (1,0)
- отделения патологии тазобедренного сустава (0,5)

Младшего научного сотрудника:

- отделения профилактики и лечения раневой инфекции (1,0)
- отделения патологии тазобедренного сустава (1,0)

Необходимые документы:

- Заявление (на имя директора Института с просьбой о допуске к участию в конкурсе на замещение вакантной должности)
- Характеристика
- Копии дипломов (вуза, уч. степени, уч. звания)
- Список научных трудов (с подписью автора и заверенный Ученым секретарём)
- Личный листок по учёту кадров
- Автобиография

Документы подаются по адресу:

195427, Санкт-Петербург ул. Академика Байкова, д.8.

Учёному секретарю

Шубнякову Игорю Ивановичу (812) 670-89-05

Срок подачи документов: 1 месяц со дня объявления.