

УДК 616.728.3

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma87931>

СПОСОБ РЕКОНСТРУКЦИИ СВЯЗОЧНО-СУХОЖИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА КОЛЕННОГО СУСТАВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ЕГО ВАРУСНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ

В.В. Хоминец, А.Л. Кудяшев, И.В. Гайворонский, И.С. Базаров, А.С. Гранкин, А.А. Семенов, Д.А. Конокотин

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Обосновывается новый способ анатомической реконструкции связочно-сухожильного комплекса коленного сустава для восстановления варусной стабильности у пациентов с множественной травмой связочного аппарата. В условиях анатомического эксперимента оценивалась его техническая выполнимость, безопасность и эффективность. Исследование выполнено на 8 нижних конечностях 4 нефиксированных трупов. После моделирования варусной нестабильности коленного сустава выполняли реконструкцию связочно-сухожильного комплекса коленного сустава, обеспечивающего его варусную стабильность, по разработанной нами методике. Суть предполагаемой методики заключается в симультанном восстановлении малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки, отличающемся от операции LaPrade использованием одного аутооттрансплантата сухожилия полусухожильной мышцы. После экспериментального выполнения реконструктивного вмешательства на анатомических препаратах варусную стабильность коленного сустава оценивали по результатам функциональной рентгенографии. Безопасность выполненных манипуляций оценивали на основании измерения удаленности реконструированных элементов заднелатерального угла коленного сустава от подколенной артерии и общего малоберцового нерва в положении сгибания в коленном суставе под углом 90°. Доказано, что формируемые костные каналы для проведения единого аутооттрансплантата располагаются на безопасном расстоянии от элементов сосудисто-нервного пучка подколенной ямки. Подтверждена техническая возможность реконструкции малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки предлагаемым способом. Варусная стабильность после реконструкции элементов заднелатерального угла коленного сустава была объективизирована серией функциональных рентгенологических исследований анатомических препаратов. Результаты исследования свидетельствуют о технической выполнимости, эффективности и относительной безопасности предложенного способа реконструкции связочно-сухожильного комплекса заднелатерального угла коленного сустава, обеспечивающего его варусную стабильность у пациентов с мультилигаментарной травмой.

Ключевые слова: коленный сустав; связочный аппарат; пластика связок; варусная стабильность; заднелатеральный угол коленного сустава; малоберцовая коллатеральная связка; мультилигаментарная травма; подколенно-малоберцовая связка; сухожилие подколенной мышцы.

Как цитировать:

Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Гайворонский И.В., Базаров И.С., Гранкин А.С., Семенов А.А., Конокотин Д.А. Способ реконструкции связочно-сухожильного комплекса коленного сустава, обеспечивающего его варусную стабильность // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2022. Т. 24, № 1. С. 61–68. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma87931>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma87931>

RECONSTRUCTION OF THE LIGAMENTOUS-TENDINOUS COMPLEX OF THE KNEE JOINT, ENSURING ITS VARUS STABILITY

V.V. Khominets, A.L. Kudyashev, I.V. Gaivoronskiy, I.S. Bazarov, A.S. Grankin, A.A. Semenov, D.A. Konokotin

Military medical academy of S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT: A new technique for anatomical reconstruction of the ligament–tendon complex of the knee joint, which restores its varus stability, in patients with multiligament injury is substantiated. The technical feasibility, safety, and effectiveness of the proposed technique were evaluated in an anatomical experiment. The study was performed on eight lower extremities of four unfixed corpses. After simulating the varus instability of the knee joint, the plasty of the ligament–tendon complex providing the varus stability of the knee joint was performed according to the proposed technique. The essence of the proposed technique is the simultaneous restoration of the peroneal collateral ligament, popliteal tendon, and popliteal–peroneal ligament using a single autograft of a semitendinosus muscle. After simulating the surgical procedure on anatomical specimens, the varus stability of the knee joint was evaluated based on the results of functional radiography. The safety of the experimental procedure was evaluated based on the results of the applied morphometric study of the distance from the reconstructed elements of the posterolateral corner of the knee joint to the popliteal artery and the common peroneal nerve in the 90-degree flexion position in the knee joint. Accordingly, the formed bone tunnels for a single autograft were located at a safe distance from the elements of the neurovascular bundle of the popliteal fossa. The technical possibility of reconstruction of the collateral peroneal ligament, popliteal tendon, and popliteal–peroneal ligament according to the proposed technique. After simulating the reconstruction of elements of the posterolateral corner of the knee joint, varus stability was objectified by a series of functional X-ray studies of the anatomical specimens. The results indicate the technical feasibility, effectiveness, and relative safety of the proposed method of reconstruction of the ligament–tendon complex of the posterolateral corner of the knee joint providing the varus stability of the knee joint in patients with multiligament injury.

Keywords: knee joint; ligamentous complex; ligament plasty; varus stability; posterolateral corner of the knee joint; peroneal collateral ligament; multiligament injury; popliteal–peroneal ligament; popliteal tendon.

To cite this article:

Khominets VV, Kudyashev AL, Gaivoronskiy IV, Bazarov IS, Grankin AS, Semenov AA, Konokotin DA. Reconstruction of the ligamentous–tendinous complex of the knee joint, ensuring its varus stability. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2022;24(1):61–68. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma87931>

Received: 20.12.2021

Accepted: 25.01.2022

Published: 20.03.2022

ВВЕДЕНИЕ

Травмы коленного сустава являются наиболее частой ортопедической патологией, достигая 70% от всех повреждений костно-мышечной системы [1, 2]. Причиной этого являются анатомические особенности коленного сустава — это самое большое и функционально сложное сочленение организма [3].

Для функционирования коленного сустава важное значение имеют анатомические структуры, обеспечивающие стабильность взаимоотношений суставных поверхностей при физиологических нагрузках и возможность движений [4]. Результаты современных исследований свидетельствуют о важной роли в обеспечении варусной стабильности коленного сустава анатомических образований, дополняющих функцию малоберцовой коллатеральной связки, локализующихся в так называемом задне-латеральном углу коленного сустава [4–9].

Техника реконструкции крестообразных связок в настоящее время не вызывает серьезных дискуссий среди травматологов-ортопедов, занимающихся артроскопической хирургией коленного сустава, и широко представлена в различных публикациях [10, 11]. Напротив, подходы к оперативному восстановлению малоберцовой коллатеральной связки и других латеральных стабилизаторов коленного сустава, особенно при его травме, сочетающейся с разрывом крестообразных связок, в настоящее время не имеют единого универсального решения [12, 13]. Вопросы реконструктивной хирургии малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки в специальной литературе именуются «темной стороной коленного сустава».

В этой связи экспериментальное обоснование способа реконструкции малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки, а также применение полученных результатов в клинической практике представляют большой практический интерес.

Цель исследования — разработка нового способа анатомической реконструкции связочно-сухожильного комплекса коленного сустава для восстановления варусной стабильности у пациентов с множественной травмой связочного аппарата и оценка в условиях анатомического эксперимента его технической выполнимости, безопасности и эффективности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на кафедре нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова на 8 нижних конечностях 4 нефиксированных трупов людей. Все препараты были без выраженных признаков патологических изменений суставных поверхностей дегенеративного или диспластического характера, а также без повреждений основных и вспомогательных элементов

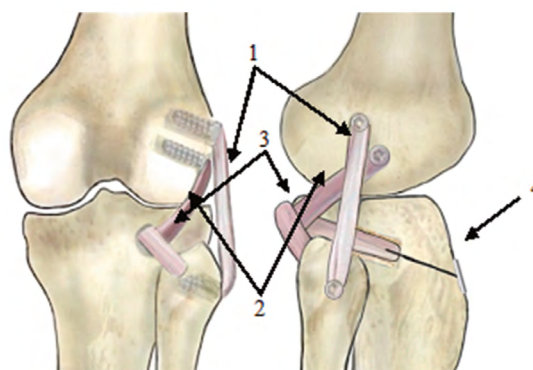


Рис. 1. Схема предлагаемой реконструкции сухожилия подколенной мышцы, подколенно-малоберцовой связки и малоберцовой коллатеральной связки: 1 — трансплантат малоберцовой коллатеральной связки; 2 — трансплантат сухожилия подколенной мышцы; 3 — трансплантат подколенно-малоберцовой связки; 4 — система затягивающейся подвешивающей наkostной фиксации трансплантата

Fig. 1. Reconstruction scheme of popliteal tendon, popliteal-peroneal ligament, peroneal collateral ligament: 1 — peroneal collateral ligament graft; 2 — popliteal tendon graft; 3 — popliteal-peroneal ligament graft; 4 — system of adjustable cortical suspensory fixation of the graft

коленного сустава. Нестабильность коленного сустава моделировали путем пересечения малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки, создавая варусную нестабильность коленного сустава, затем проводили экспериментальную реконструкцию анатомических структур его заднелатерального угла аутооттрансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы по разработанной нами методике (патент РФ № 2735997) [14] (рис. 1). Предварительно предложенную технику операции отработали на 3 полимерно-бальзамированных костно-связочных препаратах коленного сустава.

После окончания экспериментальной операции при помощи специально разработанного устройства (патент РФ № 197909) [15] выполняли функциональную рентгенографию, которая позволяла убедиться в достижении варусной стабильности коленного сустава. В дальнейшем производили препарирование с целью выявления возможного повреждения общего малоберцового нерва и подколенной артерии с сопутствующими венами. При этом оценивали удаленность реконструированных малоберцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы от сосудов и нервов в положении сгибания в коленном суставе до угла 90°.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После моделирования варусной нестабильности коленного сустава выполняли анатомическую реконструкцию основных стабилизирующих структур заднелатерального угла коленного сустава по разработанной нами методике. Для этого по направлению формировали канал



Рис. 2. Формирование канала в головке малоберцовой кости
Fig. 2. Creation of bone tunnels in the fibular head

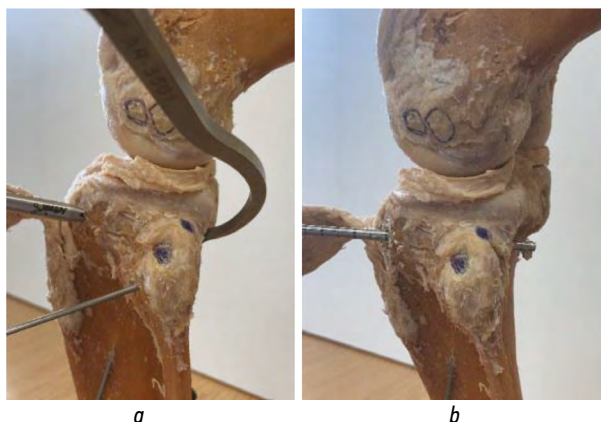


Рис. 3. Формирование слепого канала в проксимальном мета-эпифизе большеберцовой кости при помощи сверла с изменя-емым диаметром: *a* — установка направителя; *b* — формиро-вание канала с двойным диаметром

Fig. 3. Fig. 3. Creating blind bone tunnel in the proximal meta-epiphysis of the tibia using variable-size drill: *a* — guided instal-lation; *b* — Creating a bone tunnel with two diameters

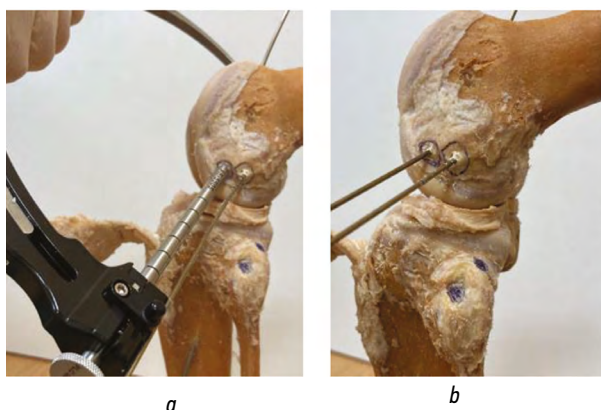


Рис. 4. Формирование каналов в латеральном мыщелке бе-дренной кости: *a* — направитель для формирования каналов; *b* — проведенные спицы Киршнера в местах проксимального прикрепления нативных малоберцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы

Fig. 4. Creation of bone tunnels in the lateral condyle of the femur: *a* — tunnel guide; *b* — guidewires are drilled through proximal attachments of the peroneal collateral ligament and popliteal tendon

в головке малоберцовой кости в направлении спереди назад и снаружи внутрь, при этом точка рассверливания была смещена на 5–6 мм медиальнее и дистальнее от-носительно места прикрепления малоберцовой коллате-ральной связки, а зона задневерхнего рассверливания была смещена на 5–6 мм латеральнее и дистальнее от-носительно места прикрепления подколенно-малоберцовой связки. Смещение точек рассверливания относительно зон анатомической фиксации связок позволяло форми-ровать канал диаметром до 6–7 мм и снижало риск по-лучения перелома головки малоберцовой кости (рис. 2).

Во вторую очередь при помощи специального напра-вителя и ретроградного сверла в проксимальном мета-эпифизе большеберцовой кости в направлении спереди назад формировали сквозной канал с двойным диаме-тром, при этом задняя часть канала на протяжении 30–35 мм имела диаметр 9 мм (диаметр мог варьировать от 8 до 10 мм в зависимости от толщины сухожилия), а размер передней части канала составлял 3,5 мм (рис. 3).

Третьим этапом в наружном мыщелке бедренной кости при помощи канюлированного сверла диаметром 6–7 мм по предварительно установленным спицам Киршнера в ме-сте крепления нативных малоберцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы формировали два параллельных слепых канала длиной 30 мм (рис. 4).

Далее в сформированные костные каналы последо-вательно проводили аутооттрансплантат сухожилия полу-сухожильной мышцы, забранный при помощи артроско-пического стриппера по стандартной методике с той же конечности. Длина приготовленного аутооттрансплантата сухожилия полусухожильной мышцы была 220 мм (при возможной максимальной длине забранных трансплант-атов 260–270 мм), для усиления прочности аутооттрансплантат армировался при помощи нерассасывающегося шовного материала 2/0 обвивным швом. Фиксацию трансплантата в каналах бедренной кости выполняли при помощи интер-ферентных винтов, после чего натяжение трансплантата задавали при помощи затягивающейся подвешивающей наконечной системы фиксации трансплантата (рис. 5).

Полученные результаты убедительно свидетельствуют, что при условии соблюдения разработанной техники пласти-ки малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подко-ленной мышцы и подколенно-малоберцовой связки общий малоберцовый нерв и расположенные рядом с ним сосуды находятся на безопасном расстоянии от области хирургиче-ских манипуляций и защищены от повреждения (рис. 6).

Среднее расстояние от общего малоберцового не-рва до реконструированной малоберцовой коллатераль-ной связки составило $46,3 \pm 4,3$ мм; от подколенной артерии до реконструированной малоберцовой колла-теральной связки — $57,6 \pm 4,2$ мм; от общего малобер-цового нерва до реконструированной подколенно-ма-лоберцовой связки — $13,1 \pm 3,1$ мм; от подколенной артерии до реконструированной подколенно-малобер-цовой связки — $24 \pm 5,6$ мм; от общего малоберцового

нерва до реконструированного сухожилия подколенной мышцы — $14,8 \pm 3,1$ мм; от подколенной артерии до реконструированного сухожилия подколенной мышцы — $24,7 \pm 4,6$ мм. Разработанная техника позволяет не только индивидуально подобрать длину и место фиксации аутотрансплантата, но и восстановить все анатомические структуры связочно-сухожильного комплекса коленного сустава, обеспечивающего его варусную стабильность. Последние обеспечивают сохранение его стабильности во всех точках амплитуды движений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило обосновать техническую возможность и безопасность выполнения разработанного способа пластики анатомических структур — латеральных стабилизаторов коленного сустава. Использование всего одного сухожильного аутотрансплантата для реконструкции трех основных элементов заднелатерального угла коленного сустава — малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки позволяет в сравнении с оригинальной методикой LaPrade уменьшить травматичность операции и отказаться от использования аллотрансплантатов. Безопасность операции была подтверждена анатомическим исследованием, показавшим, что при соблюдении разработанной техники реконструкции общий малоберцовый нерв и подколенная артерия всегда находятся на достаточном расстоянии от сухожильного аутотрансплантата. Результаты исследования позволили получить новые важные сведения о взаимоотношениях малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки с общим малоберцовым нервом и подколенным сосудисто-нервным пучком, свидетельствующие об их достаточном удалении от реконструированных структур. Полученные результаты подтверждают техническую возможность и безопасность выполнения разработанного в анатомическом эксперименте способа реконструкции связочно-сухожильного комплекса коленного сустава, обеспечивающего его варусную стабильность. Техническая сложность выполнения операций рассматриваемого типа определяются, в первую очередь, опасностью повреждения общего малоберцового нерва и подколенной артерии [16–19]. Практическое применение разработанного способа пластики позволяет достичь восстановления основных анатомических образований, описанных в литературе как заднелатеральный угол коленного сустава. Сравнение эффективности предлагаемого способа пластики и традиционных подходов к реконструкции связочно-сухожильного комплекса коленного сустава, обеспечивающего его варусную стабильность, должны стать предметом дальнейших научных исследований в этом направлении и позволят уточнить показания к его использованию в клинической практике.

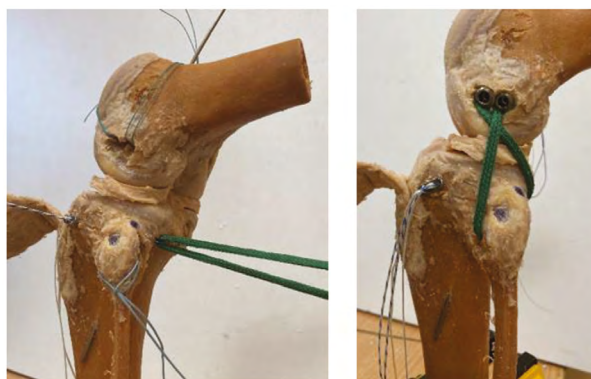


Рис. 5. Натяжение трансплантата заднелатерального угла при помощи динамической системы накорткальной фиксации связки: *a* — проведение трансплантата в динамической затягивающейся петле системы накорткальной фиксации; *b* — окончательная фиксация трансплантата интерферентными винтами и затягивающейся системой накостной фиксации

Fig. 5. Tensioning of the posterolateral corner graft using adjustable cortical suspensory fixation system: *a* — the graft is passed through the loop end of the cortical suspensory fixation system; *b* — final fixation of the graft is performed by interference screws and cortical suspensory fixation system

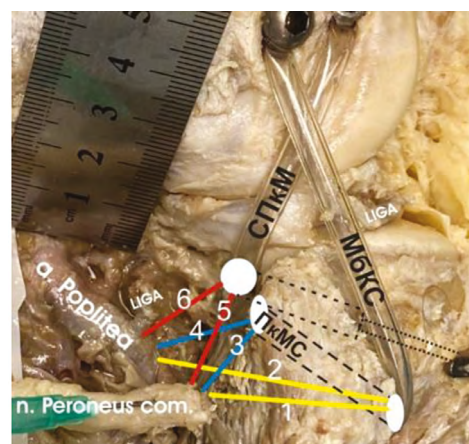


Рис. 6. Препарат коленного сустава с выполненной реконструкцией сухожилия подколенной мышцы, подколенно-малоберцовой связки и малоберцовой коллатеральной связки: 1 — расстояние между трансплантатом малоберцовой коллатеральной связки и общим малоберцовым нервом; 2 — расстояние между трансплантатом малоберцовой коллатеральной связки и подколенной артерией; 3 — расстояние между трансплантатом подколенно-малоберцовой связки и общим малоберцовым нервом; 4 — расстояние между трансплантатом подколенно-малоберцовой связки и подколенной артерией; 5 — расстояние между трансплантатом сухожилия подколенной мышцы и общим малоберцовым нервом; 6 — расстояние между трансплантатом сухожилия подколенной мышцы и подколенной артерией

Fig. 6. Specimen of the knee with reconstruction of the popliteal tendon, popliteal-peroneal ligament, and peroneal collateral ligament: 1 — distance between the peroneal collateral ligament graft and common peroneal nerve; 2 — distance between the peroneal collateral ligament graft and popliteal artery; 3 — distance between the popliteal-peroneal ligament graft and common peroneal nerve; 4 — distance between the popliteal-peroneal ligament graft and popliteal artery; 5 — distance between the popliteal tendon graft and common peroneal nerve; 6 — distance between the popliteal tendon graft and popliteal artery

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хоминец В.В., Шаповалов В.М., Капилевич Б.Я., и др. Эффективная рентгенологическая диагностика повреждений передней крестообразной связки коленного сустава у военнослужащих // Военно-медицинский журнал. 2016. Т. 337, № 2. С. 28–30. DOI: 10.17816/RMMJ73555
2. Брижань Л.К., Давыдов Д.В., Буряченко Б.П., и др. Эффективность применения современных технологий в послеоперационном лечении у пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2018. Т. 13, № 2. С. 74–77.
3. Лычагин А.В., Грицюк А.А., Гасымов А.Ш., и др. Особенности предоперационного планирования пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями тазобедренного и коленного суставов // Военно-медицинский журнал. 2019. Т. 340, № 2. С. 36–45. DOI: 10.17816/RMMJ72832
4. Семенов А.А., Гайворонский И.В., Хоминец В.В., и др. Анатомия структур коленного сустава при деформирующем артрозе по данным прижизненных и поствитальных исследований // Морфологические ведомости. 2019. Т. 27, № 3. С. 32–38. DOI: 10.20340/mv-mn.2019(27).3.32-38
5. Abulhasan J.F., Grey M.J. Anatomy and physiology of knee stability // J Funct Morphol Kinesiol. 2017. Vol. 2. No. 4. ID 34. DOI: 10.3390/jfmrk2040034
6. Takeda S., Tajima G., Fujino K., et al. Morphology of the femoral insertion of the lateral collateral ligament and popliteus tendon // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014. Vol. 23. No. 10. P. 3049–3054. DOI: 10.1007/s00167-014-3059-5
7. Nannaparaju M., Mortada S., Wiik A., et al. Posterolateral corner injuries: Epidemiology, anatomy, biomechanics and diagnosis // Injury. 2018. Vol. 49. No. 6. P. 1024–1031. DOI: 10.1016/j.injury.2017.10.008
8. Weiss S., Krause M., Frosch K.-H. Posterolateral corner of the knee: a systematic literature review of current concepts of arthroscopic reconstruction // Arch Orthop Trauma Surg. 2020. Vol. 140. No. 12. P. 2003–2012. DOI: 10.1007/s00402-020-03607-z
9. Stannard J.P., Stannard J.T., Cook J.L. Surgical Treatment of Combined ACL, PCL, and Lateral Side Injuries // Sports Med Arthrosc Rev. 2020. Vol. 28. No. 3. P. 94–99. DOI: 10.1097/JSA.0000000000000275
10. Хоминец В.В., Рикун О.В., Шаповалов В.М., и др. Ревизионные реконструкции передней крестообразной связки при передне-латеральной ротационной нестабильности коленного сустава у военнослужащих // Военно-медицинский журнал. 2016. Т. 337, № 6. С. 24–29. DOI: 10.17816/RMMJ73635
11. Гончаров Е.Н., Коваль О.А., Дубров В.А., и др. Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26, № 1. С. 62–71. DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-62-71
12. Шулепов Д.А., Салихов М.Р., Злобин О.В. Результаты одномоментной артроскопической реконструкции обеих крестообразных связок коленного сустава с использованием модифицированной методики формирования костных тоннелей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2019. Т. 26, № 4. С. 12–21. DOI: 10.17116/vto201904112
13. Grawe B., Schroeder A.J., Kakazu R., et al. Lateral collateral ligament injury about the knee: anatomy, evaluation, and management // J Am Acad Orthop Surg. 2018. Vol. 26. No. 6. P. e120–e127. DOI: 10.5435/JAAOS-D-16-00028
14. Патент РФ № 2735997 C1, МПК A61B 17/56. Заявл. № 2020112600/25.03.2020. Хоминец В.В., Гранкин А.С., Базаров И.С., и др. Способ одномоментного восстановления мало-берцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы коленного сустава.
15. Патент РФ на полезную модель № 197909 U1, МПК A61B 5/103. Заявл. № 2020101175/10.01.2020. Базаров И.С., Хоминец В.В., Зорин В.Н., и др. Устройство для проведения нагрузки на связочный аппарат при рентгенологической оценке степени нестабильности коленного сустава.
16. McKean D., Yoong P., Yanny S., et al. The popliteal fibular ligament in acute knee trauma: patterns of injury on MR imaging // Skeletal radiology. 2015. Vol. 44. No. 10. P. 1413–1419. DOI: 10.1007/s00256-015-2176-7
17. Teo H.L.T., Ang K.X.M., Sir Loh Y.J. A reproducible reference point for the common peroneal nerve during surgery at the posterolateral corner of the knee: a cadaveric study // Knee Surg Relat Res. 2020. Vol. 32. ID 23. DOI: 10.1186/s43019-020-00039-2
18. Шулепов Д.А., Салихов М.Р., Злобин О.В. Метод артроскопического оперативного лечения пациентов с заднелатеральной ротационной нестабильностью коленного сустава // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. С. 130–130. DOI 10.17513/spno.30220
19. Naylor W.M., Johnson D.J., Welter J.M., Dunn A.S.M. Injury to the Popliteal Artery and Vein During Open Fibular Collateral Ligament Reconstruction: A Case Report // JBJS Case Connector. 2020. Vol. 10. No. 3. P. e19. 00666. DOI: 10.2106/JBJS.CC.19.00666

REFERENCES

1. Khominets VV, Shapovalov VM, Kapilevich BYa, et al. Objective roentgenologic diagnostics of anterior cruciform ligamentous disruption in servicemen. *Military Medical Journal*. 2016;337(2):28–30. (In Russ.). DOI: 10.17816/RMMJ73555
2. Brizhan LK, Davidov DV, Buryachenko BP, et al. Modern technologies in rehabilitation of patient after total knee replacement. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2018;13(2):74–77. (In Russ.).

3. Lychagin AV, Gritsyuk AA, Gasymov ASH, et al. Features of preoperative planning of patients with degenerative-dystrophic diseases of the hip and knee joints. *Military Medical Journal*. 2019;340(2):36–45. (In Russ.). DOI: 10.17816/RMMJ72832
4. Semenov AA, Gaivoronsky IV, Khominets VV, et al. The anatomy of structures of the knee joint at deforming arthrosis according to the data of vital and post-vital studies. *Morphological Newsletter*. 2019;27(3):32–38. (In Russ.). DOI: 10.20340/mv-mn.2019(27).3.32-38
5. Abulhasan JF, Grey MJ. Anatomy and physiology of knee stability. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2017;2(4):34. DOI: 10.3390/jfmk2040034
6. Takeda S, Tajima G, Fujino K, et al. Morphology of the femoral insertion of the lateral collateral ligament and popliteus tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;23(10):3049–3054. DOI: 10.1007/s00167-014-3059-5
7. Nannaparaju M, Mortada S, Wiik A, et al. Posterolateral corner injuries: Epidemiology, anatomy, biomechanics and diagnosis. *Injury*. 2018;49(6):1024–1031. DOI: 10.1016/j.injury.2017.10.008
8. Weiss S, Krause M, Frosch K-H. Posterolateral corner of the knee: a systematic literature review of current concepts of arthroscopic reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;140(12):2003–2012. DOI: 10.1007/s00402-020-03607-z
9. Stannard JP, Stannard JT, Cook JL. Surgical Treatment of Combined ACL, PCL, and Lateral Side Injuries. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2020;28(3):94–99. DOI: 10.1097/JSA.0000000000000275
10. Khominets VV, Rikun OV, Shapovalov VM, et al. Revision anterior cruciate ligament of knee reconstruction in case of anterolateral rotation knee instability in servicemen. *Military Medical Journal*. 2016;337(6):24–29. (In Russ.). DOI: 10.17816/RMMJ73635
11. Goncharov EN, Koval OA, Dubrov VE, et al. Mid-Term Results of Simultaneous Reconstruction of Anterior Cruciate and Anterolateral Ligaments in Athletes. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(1):62–71. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-62-71
12. Shulepov DA, Salihov MR, Zlobin OV. Mid-term results of multi-ligament posterior and anterior cruciate ligament reconstruction using a modified method of bone tunnels drilling. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;26(4):12–21. (In Russ.). DOI: 10.17116/vto201904112
13. Grawe B, Schroeder AJ, Kakazu R, et al. Lateral collateral ligament injury about the knee: anatomy, evaluation, and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26(6):e120–e127. DOI: 10.5435/JAAOS-D-16-00028
14. Patent RUS № 2735997 C1, MPK A61B 17/56. Zayavl. № 2020112600/25.03.2020. Khominets VV, Grankin AS, Bazarov IS, et al. *Sposob odnomomentnogo vosstanovleniya malobertsovoi kollateral'noi svyazki i sukhozhiliya podkolennoi myshtsy kolennogo sustava*. (In Russ.).
15. Patent RUS for useful model № 197909 U1, MPK A61B 5/103. Zayavl. № 2020101175/10.01.2020. Bazarov IS, Khominets VV, Zorin VN, et al. *Ustroistvo dlya provedeniya nagruzki na svyazochnyi apparat pri rentgenologicheskoi otsenke stepeni nestabil'nosti kolennogo sustava*. (In Russ.).
16. McKean D, Yoong P, Yanny S, et al. The popliteal fibular ligament in acute knee trauma: patterns of injury on MR imaging. *Skeletal Radiology*. 2015;44(10):1413–1419. DOI: 10.1007/s00256-015-2176-7
17. Teo HLT, Ang KXM, Sir Loh YJ. A reproducible reference point for the common peroneal nerve during surgery at the posterolateral corner of the knee: a cadaveric study. *Knee Surg Relat Res*. 2020;32:23. DOI: 10.1186/s43019-020-00039-2
18. Shulepov DA, Salikhov MR, Zlobin OV, et al. Arthroscopic surgical treatment of patients with posterolateral knee instability. *Modern Problems of Science and Education Surgery*. 2020;(5):130–130. (In Russ.). DOI 10.17513/spno.30220
19. Naylor WM, Johnson DJ, Welter JM, Dunn ASM. Injury to the Popliteal Artery and Vein During Open Fibular Collateral Ligament Reconstruction: A Case Report. *JBJS Case Connector*. 2020;10(3):e19. 00666. DOI: 10.2106/JBJS.CC.19.00666

ОБ АВТОРАХ

***Иван Сергеевич Базаров**, начальник отделения;
e-mail: dok055@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-4708-493X;
eLibrary SPIN: 4745-2901

Владимир Васильевич Хоминец, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: khominets_62@mail.ru;
ORCID: 0000-0001-9391-3316; SCOPUS: 6504618617;
eLibrary SPIN: 5174-4433

Алексей Леонидович Кудяшев, доктор медицинских наук, доцент; e-mail: a.kudyashev@gmail.com;
ORCID: 0000-0002-8561-2289; eLibrary SPIN: 6138-0950

Иван Васильевич Гайворонский, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru;
ORCID: 0000-0002-6836-5650; eLibrary SPIN: 1898-3355

Алексей Сергеевич Гранкин, кандидат медицинских наук;
e-mail: aleksey-grankin@yandex.ru;
ORCID: 0000-0002-4565-9066; eLibrary SPIN: 1122-8388

AUTHORS INFO

***Ivan S. Bazarov**, head of department;
e-mail: dok055@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-4708-493X;
eLibrary SPIN: 4745-2901.

Vladimir V. Khominets, doctor of medical sciences, professor;
e-mail: khominets_62@mail.ru; ORCID: 0000-0001-9391-3316;
SCOPUS: 6504618617; eLibrary SPIN: 5174-4433

Aleksey L. Kudyashev, doctor of medical sciences, associate professor; e-mail: a.kudyashev@gmail.com;
ORCID: 0000-0002-8561-2289; eLibrary SPIN: 6138-0950

Ivan V. Gaivoronskiy, doctor of medical sciences, professor;
e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6836-5650;
eLibrary SPIN: 1898-3355

Aleksey S. Grankin, candidate of medical sciences;
e-mail: aleksey-grankin@yandex.ru;
ORCID: 0000-0002-4565-9066; eLibrary SPIN: 1122-8388.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Алексей Анатольевич Семенов, кандидат медицинских наук; e-mail: semfeodosia82@mail.ru

Дмитрий Александрович Конокотин, адъюнкт;
e-mail: konokotin.dmitry@yandex.ru;
ORCID: 0000-0003-3100-0321; eLibrary SPIN: 1625-0543

Aleksey A. Semenov, candidate of medical sciences;
e-mail: semfeodosia82@mail.ru

Dmitri A. Konokotin, Adjunct;
e-mail: konokotin.dmitry@yandex.ru;
ORCID: 0000-0003-3100-0321; eLibrary SPIN: 1625-0543.