

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ СШИВАНИЯ МЕНИСКОВ (ОБЗОР ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ)

М.С. Рязанцев, Н.Е. Магнитская, Д.О. Ильин, А.П. Афанасьев, А.В. Фролов, А.В. Королев

Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO),
ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, РФ

В работе проведен анализ методик сшивания менисков, прошедших в своем развитии путь от операций, проводимых из артротомического доступа, до вмешательств, выполняемых под артроскопическим контролем. Рассмотрены отдаленные результаты использования этих методик, а также техники выполнения операций.

Ключевые слова: мениск, разрыв, менискэктомия, шов мениска, артротомия, артроскопический доступ.

History of Meniscal Repair Techniques Development (foreign literature review)

M.S. Ryazantsev, N.E. Magnitskaya, D.O. Il'in, A.P. Afanas'ev, A.V. Frolov, A.V. Korolyov

European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO);
Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

The analysis of the evolution of meniscal repair techniques starting of the arthrotomic interventions to procedures under arthroscopic control is presented. Long-term results as well as the surgical techniques are discussed.

Key words: meniscus preservation, meniscus repair, meniscus suturing.

Введение. Анализируя взгляды хирургов на оперативное лечение разрывов менисков, можно отметить, что до середины XX века методом выбора являлась открытая менискэктомия, т. е. удаление большей части или всего мениска. Некоторые авторы считали, что мениски являются рудиментарными образованиями, которые могут быть удалены без каких-либо нежелательных последствий [1].

В 1885 г. Т. Annandale впервые описал сшивание мениска, однако в последующие полвека данная процедура не получила широкого распространения среди хирургов.

В 1936 г. американские исследователи D. King и соавт. [2] провели исследование на собаках и доказали, что после удаления менисков происходит дегенерация сустава — повреждение и истончение хрящевого покрова. В работе также были представлены данные о способности мениска к заживлению.

Начиная с середины XX века все больше ученых стало изучать функцию и строение менисков. В 1947 г. P.R. Lipscomb и соавт. [3] отметили клинические различия в отдаленном послеоперационном периоде между пациентами, которым выполнялась тотальная менискэктомия и парциальная резекция менисков. Годом позже T.J. Fairbank и соавт. опубликовали данные о прогрессировании гонартроза после открытой менискэктомии [4]. Невзирая на появления новых знаний и множества публикаций о протективной функции менисков, менискэктомия оставалась «золотым стандартом» лечения разрыва менисков до 1960-х годов.

Со второй половины XX века начала развиваться артроскопическая хирургия коленного сустава, и в 1976 г. выполнено первое сшивание мениска под артроскопическим контролем [5].

Впервые кровоснабжение менисков было описано S.P. Arnoczky и соавт, которые показали, что лишь до 30% периферической части мениска имеет кровоснабжение [6], что в свою очередь определяет результативность сшивания менисков.

Показатель успеха операции сшивания мениска при сроках наблюдения более 2 лет колеблется от 67 и 92% в зависимости от типа и места разрыва [7–9]. По данным [10], большинство повторных разрывов сшитых менисков происходило в течение первых 6 месяцев после операции.

Методики сшивания менисков прошли путь от артротомического шва под визуальным контролем до артроскопических манипуляций при помощи специальных инструментов и приборов. Выделяют три поколения методик сшивания менисков.

Первое поколение: открытая техника

Подробно данную технику в 1989 г. описали К.Е. DeHaven и соавт. [11]. Первым этапом выполняли артроскопическую ревизию коленного сустава, а при необходимости сшивания мениска осуществляли дополнительный артротомический доступ.

Для сшивания медиального мениска доступ располагали дорсальнее медиальной коллатеральной связки, капсулу сустава пересекали вертикально. Далее проводили обработку краев разрыва повреж-

Для цитирования: Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Ильин Д.О., Афанасьев А.П., Фролов А.В., Королев А.В. История развития методов сшивания менисков (обзор иностранной литературы). Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018; 1: 72–79.

Cite as: Ryazantsev M.S., Magnitskaya N.E., Il'in D.O., Afanas'ev A.P., Frolov A.V., Korolyov A.V. History of meniscal repair techniques development (foreign literature review). Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2018; 1: 72–79.

денного мениска, после чего накладывали вертикальные швы рассасывающейся нитью размером 4.0. Расстояние между швами составляло 3–4 мм.

Сшивание латерального мениска из артротомического доступа является технически более сложным, чем медиального. Это связано с необходимостью работать в области сухожилия подколенной мышцы, которое может ограничивать обзор заднего сустава (рис. 1). Для данной процедуры используется постеролатеральный вертикальный доступ длиной до 5–6 см.

Анализ литературы показывает, что открытое сшивание мениска оказывается неудачным в 16–29% случаев [13]. В работе К.Е. DeHaven и соавт. [14] при оценке отдаленных результатов (не менее 10 лет) открытого сшивания менисков «выживание» менисков констатировали в 79% случаев.

Сшивание менисков через артротомический доступ было популярным до конца XX века и впоследствии постепенно замещено методиками, выполняемыми под артроскопическим контролем.

Второе поколение: техники «снаружи-внутри» и «изнутри-наружу»

Техника «снаружи-внутри». Данная техника чаще всего применяется при разрывах, локализованных в области переднего рога и тела мениска. Она была описана R.F. Warren и соавт. в 1985 г. и получила широкое распространение среди хирургов [15].

Разрыв сшивается при помощи спинальных игл, которые проводят транскутанно в полость сустава

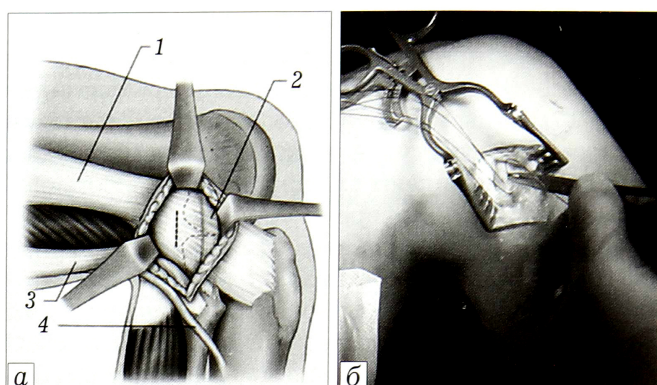


Рис. 1. Схема (а) [12] и интраоперационный вид (б) [20] артротомического доступа к латеральному мениску.

1 — илиотибиальный тракт, 2 — латеральная коллатеральная связка, 3 — сухожилие двуглавой мышцы, 4 — малоберцовый нерв.

через поврежденный мениск. Допустимо использование как рассасывающихся, так и не рассасывающихся нитей (рис. 2, 3). Далее через отдельный доступ к капсуле сустава в области установленных игл завязывают узел, который погружают на капсулу сустава.

Основным преимуществом данного метода является то, что нет необходимости в жесткой канюле, использование которой повышает риск повреждения хряща. Спинальные иглы вводят под артроскопическим контролем, что снижает вероятность травматизации хряща.

Предложено множество модификаций швов по методике «снаружи-внутри» (рис. 4).

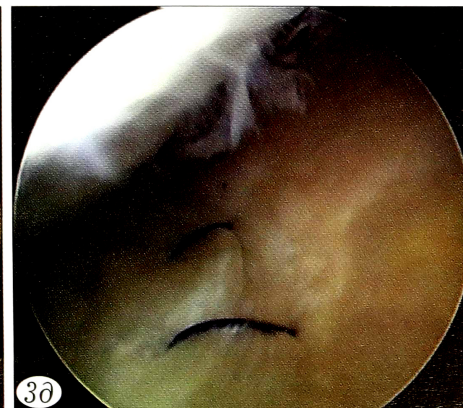
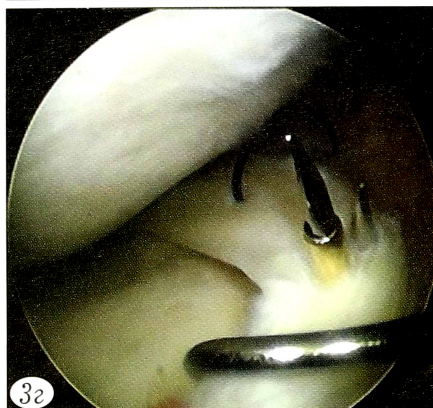
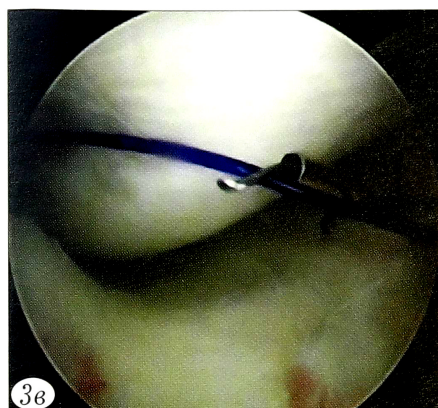
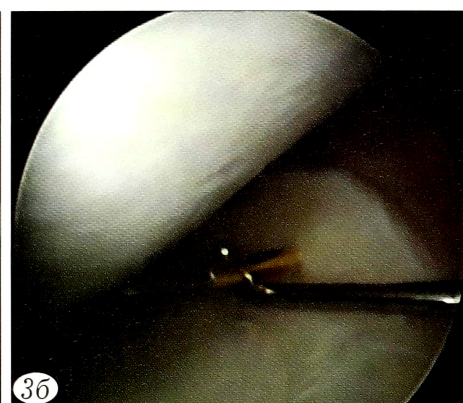
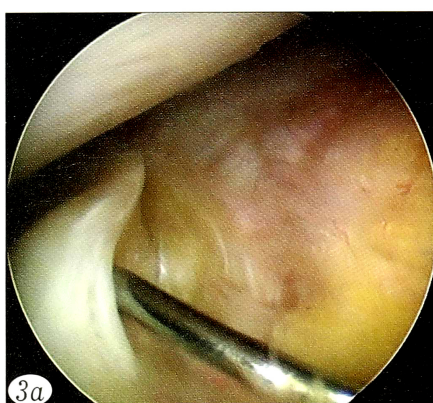
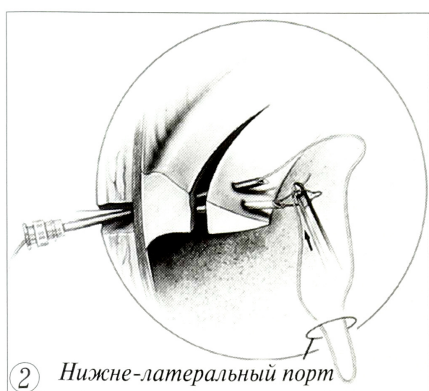


Рис. 2. Сшивание разрыва мениска с использованием техники «снаружи-внутри» и наложении горизонтальных швов [16].

Рис. 3. Сшивание переднего рога медиального мениска по технике «снаружи-внутри».

а — паракапсулярный разрыв переднего рога медиального мениска, б — установка иглы для проведения нити, в — установка второй иглы с нитью-проводником, г — формирование второго шва, д — конечный результат.

Ранее по этой методике проводилась фиксация разрыва при помощи узлов Mulberri, однако их прочность оказалась ниже, чем у вертикальных швов [17]. Явным недостатком методики является ограниченный доступ к задним отделам сустава. Кроме того, возникают сложности при сопоставлении краев разрыва во время установки игл.

Осложнения встречаются редко, в 3% случаев [16]. При сшивании латерального мениска возможно повреждение малоберцового нерва. Для минимизации рисков данного осложнения целесообразно выполнять сшивание мениска в положении сгибания коленного сустава под 90° и проводить иглы кпереди от сухожилия двуглавой мышцы.

При восстановлении медиального мениска существует риск травматизации подкожного нерва при завязывании узла на капсуле сустава, а также при проведении иглы. Тщательная визуализация капсулы и трансиллюминация артроскопом помогают избежать данного осложнения [16].

В работе [18] после выполнения ревизионной операции у 84% (62/74) пациентов были получены удовлетворительные результаты (у 65% полное заживление, у 19% частичное заживление), в 16% случаев (12/74) сшивание было признано неудачным. Стоит отметить, что в 92% (11/12) случаев неудачное сшивание ассоциировалось с сочетанным повреждением задних отделов медиального мени-

ска и передней крестообразной связки, которая не была восстановлена в ходе операции по сшиванию мениска.

Анализ современной литературы показывает, что использование данной методики сшивания менисков редко приводит к осложнениям и отлично подходит для разрывов, которые локализируются в передних и центральных отделах мениска [16, 18].

Техника «изнутри-наружу». Данная техника впервые была предложена в 1987 г. С.Е. Henning и соавт. [19]. При данной технике мениск прошивается при помощи специальных игл-направителей непосредственно из сустава, а узлы также завязываются на капсуле сустава. Разный изгиб игл позволяет более анатомично накладывать швы, располагая нити перпендикулярно плоскости разрыва (рис. 5).

Выполнение оперативного вмешательства по данной технике для сшивания латерального мениска также может сопровождаться повреждением малоберцового нерва [20]. В связи с этим доступ к капсуле сустава должен располагаться кзади от латеральной коллатеральной связки и кпереди от сухожилия двуглавой мышцы.

Для минимизации риска повреждений сосудисто-нервного пучка при сшивании медиального мениска доступ к капсуле сустава выполняется кзади от медиальной коллатеральной связки, а также ис-

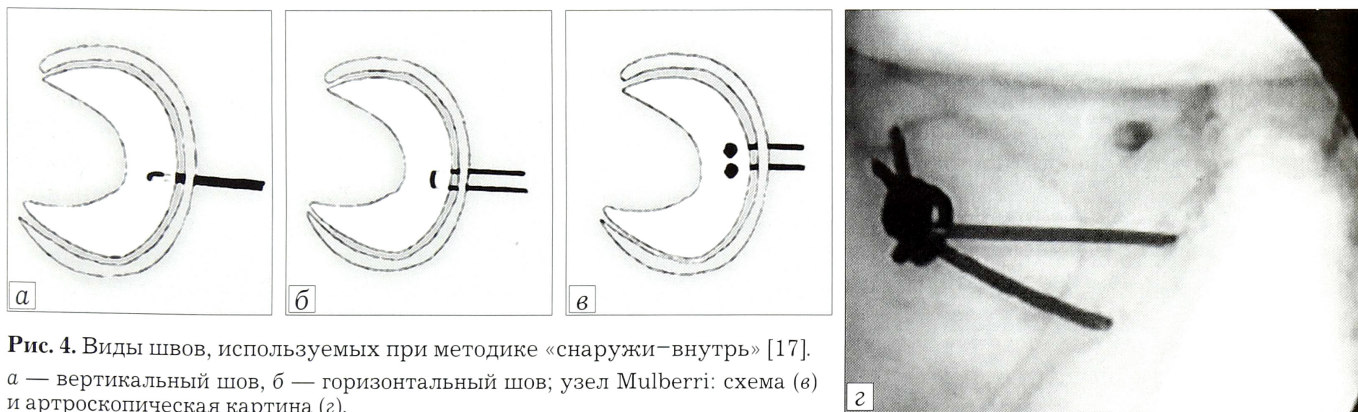


Рис. 4. Виды швов, используемых при методике «снаружи-внутри» [17]. а — вертикальный шов, б — горизонтальный шов; узел Mulberri: схема (в) и артроскопическая картина (г).



Рис. 5. Иглы с различным углом направления для артроскопического сшивания мениска при помощи техники «изнутри-наружу» (а) и использование двустольной канюли для сшивания мениска по данной методике (б) [20].

Рис. 6. Схематическое изображение сшивания мениска при помощи техники «изнутри-наружу» [21].

пользуется специальный ретрактор для отведения и защиты мягких тканей (рис. 6).

Данные литературы свидетельствуют о хороших отдаленных результатах использования данной техники. Так, согласно J.J. Nipple и соавт. [13], оценивших отдаленные (не менее 5 лет) исходы лечения, частота неудовлетворительных результатов варьировала от 0 до 26,9% [13]. В работе [22] было показано, что данная техника приводит к удовлетворительным результатам в 60–80% случаев при изолированном сшивании менисков и в 85–90% в сочетании с реконструкцией передней крестообразной связки. Систематический обзор [23] не выявил преимуществ техники «все внутри» перед техникой «изнутри–наружу». Клинические результаты и частота неудачных сшиваний были сопоставимы при использовании обоих методов.

Техника «изнутри–наружу» на протяжении многих лет является «золотым стандартом» оперативного вмешательства при необходимости сшивания мениска и может быть использована при большинстве типов разрывов, подходящих для сшивания, при локализации разрыва в области тела и заднего рога мениска.

Третье поколение: «все внутри»

Впервые данная методика была описана в 1991 г. С.Д. Morgan и соавт. [24]. В работе было представлено прошивающее устройство, которое вводилось в сустав через специальную канюлю. Основными преимуществами данной методики является возможность избежать осложнений и уменьшение времени операции, связанных с необходимостью формирования дополнительных портов.

Выделяют два поколения фиксаторов, используемых для сшивания мениска под артроскопическим контролем по методике «все внутри». К более раннему поколению относят якоря, стрелы, винты, скобы и др.

«Все внутри»: первое поколение фиксаторов

BioStinger. Данный фиксатор был произведен компанией «Linvatec» (США) в 1998 г. и имеет форму стрелы. Выбранный цвет способствует лучшей визуализации его на фоне тканей коленного сустава (рис. 7). Фиксатор состоит из полилактида (PLLA) и имеет линейку размеров (10, 13, 16 мм).

При среднем сроке наблюдения не менее 2 лет удовлетворительные результаты использования фиксатора получены в 91% случаев [27]. В работе [26] у 95% (у 45 из 48) пациентов были получены удовлетворительные результаты.

Устройство **Fastener** было выпущено фирмой «Mitek» (США) в 1998 г., имеет два размера: 6 и 8 мм. Состоит из изогнутого тела и Т-образных концов, что позволяет использовать его при паракapsулярных разрывах за счет погружения одного из концов за капсулу сустава (рис. 8). В качестве проводника используется ручка-пистолет с различными углами сгибания (от 12 до 34°).

Результаты оперативного лечения пациентов при помощи данного фиксатора представлены в работе [28]. Отмечено снижение показателя активности по шкале Tegner с 4,9 (до травмы) до 3,6 (после операции).

The Clearfix Screw. Фирма «Mitek» (США) выпустила данный фиксатор в 1998 г. Фиксатор представляет собой канюлированный винт диаметром 2 мм и длиной 10 мм. Фиксатор вводится через ме-

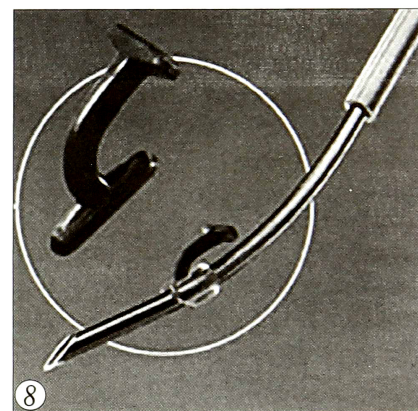
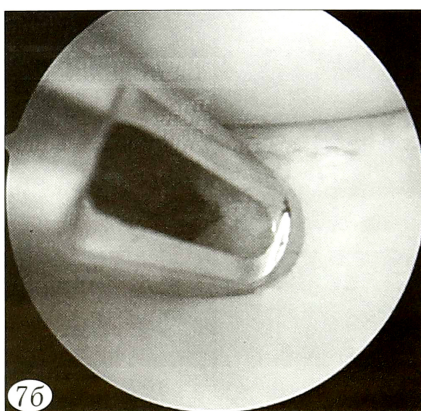
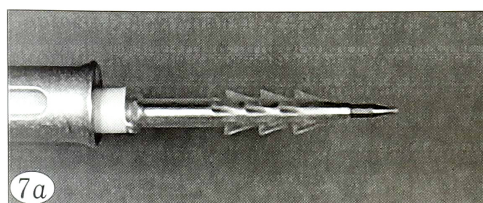


Рис. 7. Вид фиксатора BioStinger («Linvatec») для артроскопического сшивания мениска (а) [25] и артроскопическое сшивание медиального мениска при помощи данного фиксатора (б) [26].

Рис. 8. Фиксатор Fastener («Mitek») для сшивания мениска [28].

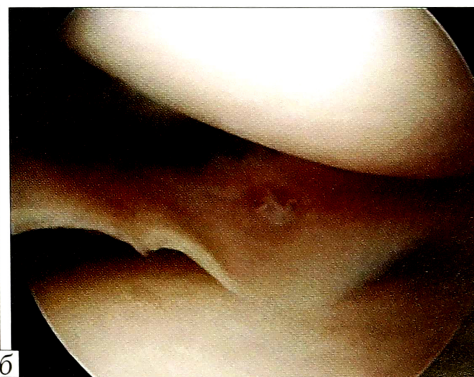
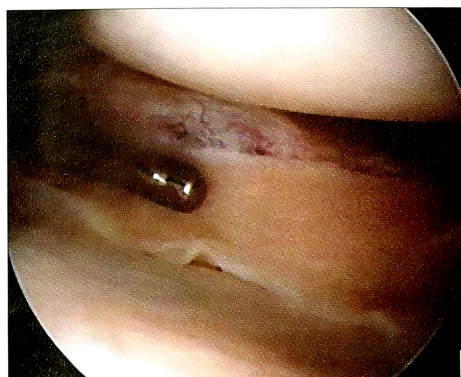
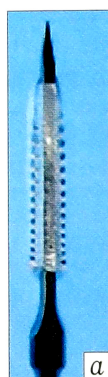


Рис. 9. Внешний вид имплантата The Clearfix Screw («Mitek»), а) и артроскопическая картина при использовании данного фиксатора при сшивании заднего рога латерального мениска (б) [29].

ниск, а изменяющаяся ширина шага резьбы позволяет дать компрессию в области разрыва (рис. 9).

При оценке результатов оперативных вмешательств, выполняемых с помощью данного устройства, спустя не менее 1 года после операции при изолированном сшивании мениска удовлетворительные результаты были получены у 82% пациентов, а при совместной пластике передней крестообразной связки — в 100% случаев [29].

Meniscal Dart. Данное устройство было выпущено компанией «Arthrex» (США) в 1999 г. У фиксатора нет головки и он имеет низкий профиль, что снижает риск повреждения суставного хряща. Диаметр устройства составляет 1,3 мм, а длина — 10 мм. От проксимального и дистального концов имплантата идут шипы, направленные к центру, что позволяет задать необходимую компрессию в области разрыва (рис. 10). Молочная кислота, входящая в состав фиксатора, обеспечивает ему повышенную гибкость. Фиксатор вводят перпендикулярно плоскости разрыва с условием, что у устройства имеется 2 точки контакта с тканями мениска. Согласно данным [30] прочность данного фиксатора сопоставима с прочностью фиксатора Clearfix.

Первое поколение фиксаторов активно использовалось при необходимости сшивания менисков.

Несмотря на это, данные приспособления имеют ряд недостатков, такие как невозможность фиксации мениска к капсуле сустава, риск повреждения суставного хряща при поломке фиксатора. Зарегистрирован и описан послеоперационный синовит коленного сустава, а также проведены лабораторные исследования, которые показывают, что данные фиксаторы обеспечивают меньшую прочность фиксации по сравнению с матрасными швами [26, 27].

«Все внутри»: второе поколение фиксаторов

Описанные выше осложнения, отсутствие возможности задать необходимую компрессию в зоне разрыва привели к модификации устройств для сшивания менисков. Второе поколение имплантатов для сшивания менисков позволяет регулировать и достичь необходимой компрессии в зоне разрыва.

Fast-Fix. Фиксатор выпущен в 2001 г. фирмой «Smith & Nephew» (США). Устройство состоит из двух 5-миллиметровых полимерных фиксаторов, которые встроены в систему из плетеной нерассасывающейся нити №0 с двумя скользящими узлами. Благодаря этим характеристикам устройство позволяет накладывать как горизонтальные, так и вертикальные швы (рис. 11). Полимерные фиксаторы интегрированы в специальную ручку-проводник, которая имеет специальный ограничитель. Данный ограничитель позволяет установить имплантаты на заданную глубину и минимизировать риск повреждения сосудисто-нервного пучка в области заднего отдела коленного сустава [31]. Фиксаторы последо-



Рис. 10. Фиксатор Meniscal Dart («Arthrex») [25].

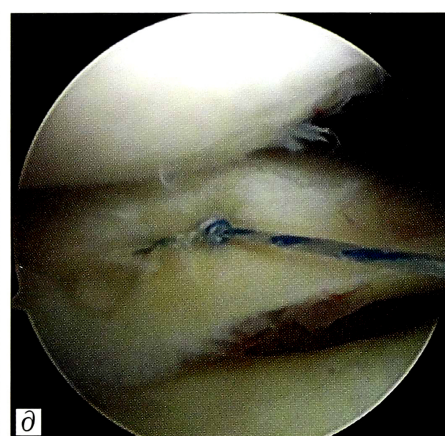
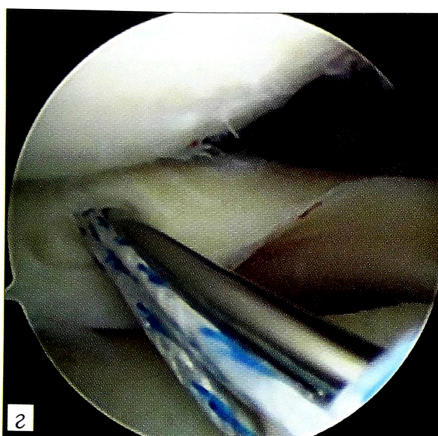
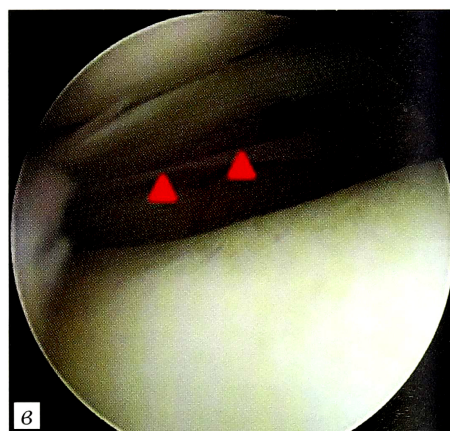
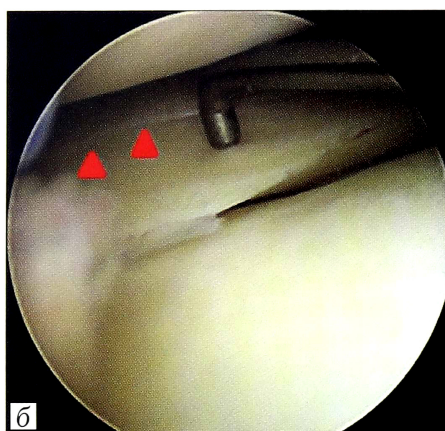
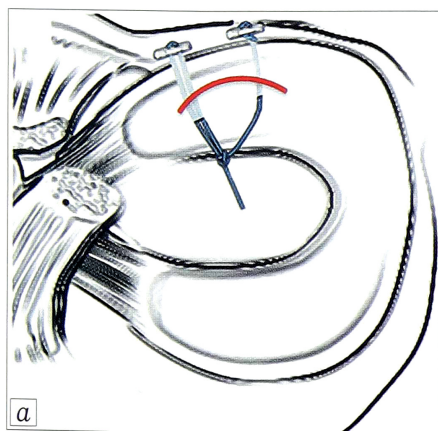


Рис. 11. Сшивание латерального мениска при помощи фиксатора Fast-Fix («Smith & Nephew»).

а — схема; артроскопическая картина: б, в — паракапсулярный разрыв заднего рога латерального мениска (стрелки); г — установка фиксатора, д — затягивания нитей.

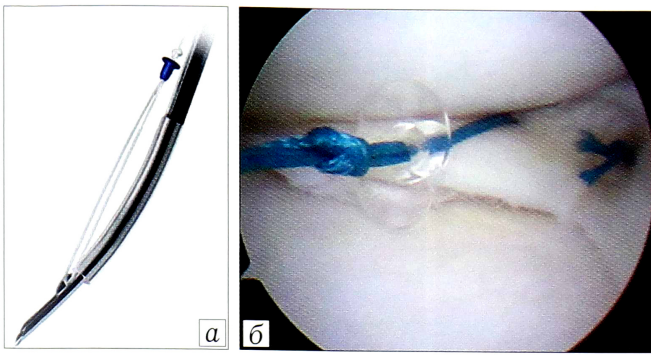


Рис. 12. Внешний вид системы RapidLock («DePuy-Mitek», а) и артроскопическая картина сшивания латерального мениска данной системой (б) [36].

вательно погружаются за капсулу сустава, что дает возможность применять это устройство при паракапсулярных разрывах.

Опубликованы отдаленные результаты использования данного устройства на разных сроках после операции [32–34]: в 72–83% случаев констатировали хорошие и отличные результаты. Также данный фиксатор использовался у профессиональных футболистов, из которых 89,6% (26/29) вернулись к прежнему уровню активности [35].

RapidLock выпущен фирмой «DePuy-Mitek» (США) в 2001 г. Он состоит из якоря, который погружается за капсулу сустава, и колпачка, который, скользя по нити, позволяет задать компрессию в области разрыва мениска (рис. 12). В качестве проводника используется ручка с пенетратором с различными углами введения (12 и 27°).

Сшивание мениска с помощью данного устройства оказалось удачным в 72–87,5% случаев [36–38].

Фиксатор **MaxFire** представлен фирмой «Biomet» (США). Техника его установки схожа с таковой, описанной для представленных выше устройств. В качестве экстракапсулярного анкера используется петля из нерассасывающегося материала (рис. 13).

Нам не удалось найти опубликованные отдаленные результаты использования этого фиксатора, однако биомеханические исследования показали, что данный фиксатор уступает в физических свойствах своим аналогам [40].

Устройство **The Meniscal Cinch** («Arthrex», США) состоит из двух имплантатов, соединенных нерассасываю-

Рис. 14. Схема операции (а) [41] и артроскопическая картина при сшивании мениска устройством The Meniscal Cinch («Arthrex», б).

Рис. 15. Устройство Ceterix NovoStitch («Ceterix Orthopaedics») [43].

а — внешний вид устройства; схема сшивания латерального мениска в области сухожилия подколенной мышцы (б) и артроскопическая картина (в) с конечным результатом (г).

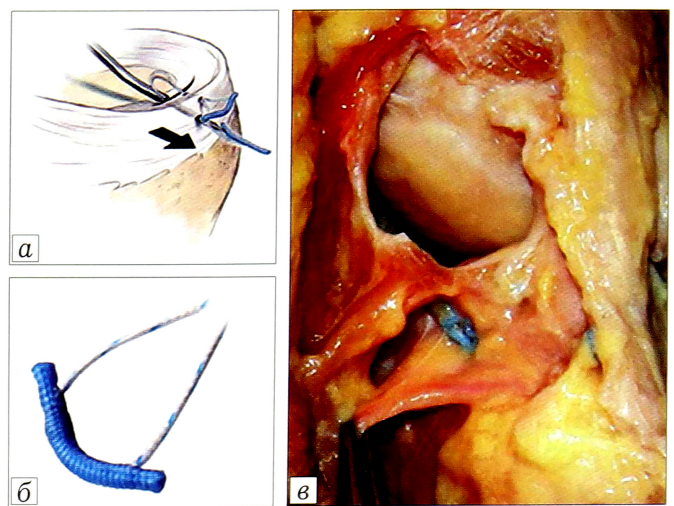
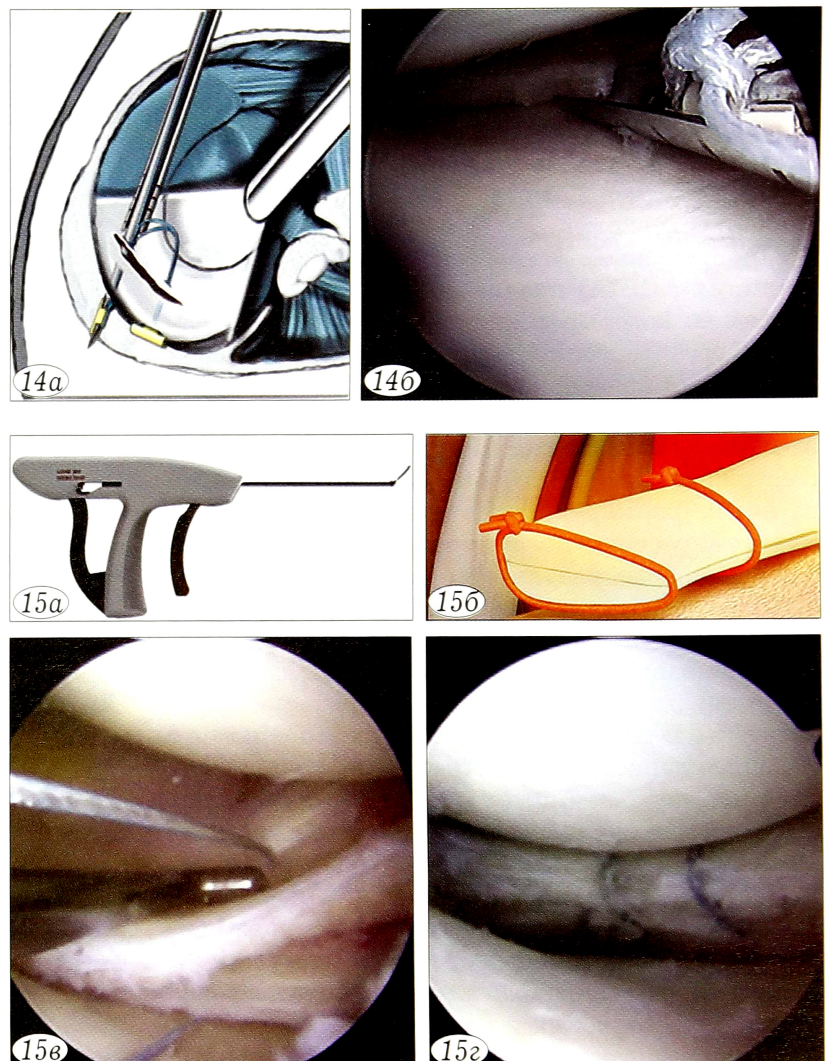


Рис. 13. Сшивание мениска при помощи фиксатора MaxFire («Biomet»).

а — схема, б — фиксирующая петля, в — кадаверное исследование: постеро-латеральный угол, установленный фиксатор MaxFire [39].

щейся нитью №2.0 (рис. 14). Фиксатор устанавливается аналогично фиксаторам данного типа.

В 2010 г. фирмой «Ceterix Orthopaedics» (США) было выпущено устройство **Ceterix NovoStitch**, которое представляет собой пистолет с перезаряжающимися картриджами (иглы). С его помощью



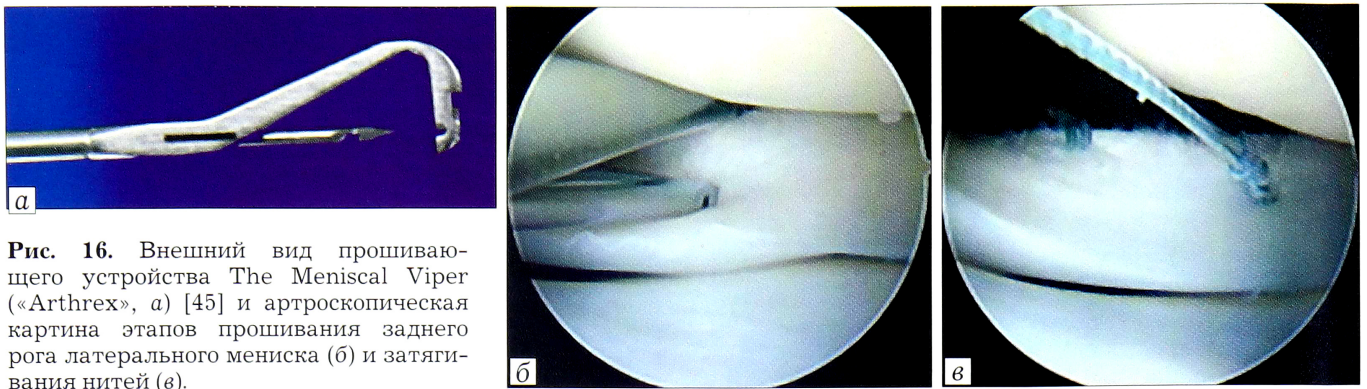


Рис. 16. Внешний вид прошивающего устройства The Meniscal Viper («Arthrex», а) [45] и артроскопическая картина этапов прошивания заднего рога латерального мениска (б) и затягивания нитей (в).

можно сшивать горизонтальные, вертикальные, радиальные разрывы, а также выполнять рефиксацию корня мениска [42]. Особенности является возможность выполнять анатомическое сопоставление краев разрыва и снижение риска повреждения сосудисто-нервного пучка за счет отсутствия необходимости прохождения через капсулу сустава. Кроме того, имеются условия для сшивания разрывов латерального мениска, которые локализируются в области сухожилия подколенной мышцы, поскольку есть возможность не вовлекать сухожилие в процесс сшивания (рис. 15).

В биомеханическом исследовании [44] выполнено сравнение прочности швов, наложенных по методике «снаружи-внутри», и фиксации данным устройством при радиальных разрывах медиального мениска. Устройство Ceterix NovoStitch обеспечивало лучшие прочностные характеристики и лучшее удержание шва ($p < 0,05$). В доступной литературе не представлено публикаций, посвященных отдаленным результатам использования данного устройства.

Прошивающее устройство *The Meniscal Viper* («Arthrex», США) предназначено для сшивания разрывов, которые локализируются в области заднего рога менисков. Оно представляет собой Г-образный крючок, на конце которого фиксируется петля нити (рис. 16). Устройство погружают за мениск, а с помощью специальной ручки осуществляют подачу иглы и прошивание, после чего на нитях формируют узел и проводят необходимую компрессию в области разрыва.

Отдаленные результаты использования данного фиксатора опубликованы в 2014 г. [45]. У 49 (86%) из 57 пациентов, которым было выполнено сшивание разрывов заднего рога латерального мениска, получены удовлетворительные результаты. В работе [46] при сшивании менисков с помощью данного устройства при одномоментной пластике передней крестообразной связки в 95% случаев были получены удовлетворительные клинические результаты.

Заключение. Риски осложнений, неудачного сшивания мениска, а также возможность повреждения сосудисто-нервных структур стимулируют развитие новых технологий, способствуют появлению более простых и современных устройств, призванных свести к минимуму обозначенные

риски. Причем стоит отметить, что количество сшиваний менисков неуклонно растет. Так, если в 1996 г. в США было выполнено 136 000 операций, при том, что только 3% из них были выполнены при помощи техники «все внутри», к 2000 г. количество подобных вмешательств увеличилось до 200 000 и техника «все внутри» использовалась уже в 43% случаев [47]. Все это свидетельствует о популяризации не только сшивания менисков в целом, но и методики «все внутри».

Сохранение менисков остается важным вопросом в травматологии и ортопедии и требует дальнейшего развития данного направления.

Конфликт интересов: не заявлен.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Verdonk P.C.M., Demurie A., Almqvist K.F. et al. Transplantation of viable meniscal allograft. Survivorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2005; 87 (4): 715-24. doi: 10.2106/ JBJS.C.01344.
2. King D. The healing of semilunar cartilages. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1936; 18 (2): 333-42.
3. Lipscomb P.R., Henderson M.S. Internal derangements of the knee. *J. Am. Med. Assoc.* 1947; 135 (13): 827-31.
4. Fairbank T.J. Knee joint changes after meniscectomy. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1948; 30 (4): 664-70.
5. Ikeuchi H. Surgery under arthroscopic control. *Rheumatologie.* 1976; 33: 57.
6. Arnoczky S.P., Warren R.F. The microvasculature of the meniscus and its response to injury. An experimental study in the dog. *Am. J. Sports Med.* 1983; 11 (3): 131-41. doi:10.1177/036354658301100305.
7. Pujol N., Tardy N., Boisrenoult P., Beaufils P. Long-term outcomes of all-inside meniscal repair. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2015; 23 (1): 219-24. doi: 10.1007/s00167-013-2553-5.
8. Rath E., Richmond J.C. The menisci: basic science and advances in treatment. *Br. J. Sports Med.* 2000; 34 (4): 252-7.
9. Walter R.P., Dhadwal A.S., Schranz P., Mandalia V. The outcome of all-inside meniscal repair with relation to previous anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2014; 21 (6): 1156-9. doi: 10.1016/j.knee.2014.08.014.
10. Egli S., Wegmüller H., Kosina J. et al. Long-term results of arthroscopic meniscal repair. An analysis of isolated tears. *Am. J. Sports Med.* 1995; 23 (6): 715-20. doi: 10.1177/036354659502300614.
11. DeHaven K.E., Black K.P., Griffiths H.J. Open meniscus repair technique and two to nine year results. *Am. J. Sports Med.* 1989; 17 (6): 788-95. doi:10.1177/036354658901700612.
12. Cole B.J., Sekiya J.K. Surgical techniques of the shoulder, elbow and knee in sports medicine. Elsevier Health Sciences; 2008.

13. Nepple J.J., Dunn W.R., Wright R.W. Meniscal repair outcomes at greater than five years: a systematic literature review and meta-analysis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2012; 94 (24): 2222-7. doi: 10.2106/JBJS.K.01584.
14. DeHaven K.E., Lohrer W.A., Lovelock J.E. Long-term results of open meniscal repair. *Am. J. Sports Med.* 1995; 23 (5): 524-30. doi: 10.1177/036354659502300502.
15. Warren R.F. Arthroscopic meniscus repair. *Arthroscopy.* 1985; 1 (3): 170-2.
16. Rodeo S.A. Arthroscopic meniscal repair with use of the outside-in technique. *Instr. Course Lect.* 2000; 49: 195-206.
17. Post W.R., Akers S.R., Kish V. Load to failure of common meniscal repair techniques: effects of suture technique and suture material. *Arthroscopy.* 1997; 13 (6): 731-6.
18. Morgan C.D., Wojtys E.M., Casscells C.D., Casscells S.W. Arthroscopic meniscal repair evaluated by second-look arthroscopy. *Am. J. Sports Med.* 1991; 19 (6): 632-7. doi: 10.1177/036354659101900614.
19. Henning C.E., Clark J.R., Lynch M.A. et al. Arthroscopic meniscus repair with a posterior incision. *Instr. Course Lect.* 1988; 37: 209-21.
20. Jouve F., Ovidia H., Pujol N., Beaufils P. Meniscal repair: technique. In: *The Meniscus* [Internet]. Springer; 2010: 119-28. Available at: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-02450-4_16.
21. McCarty E.C., Marx R.G., DeHaven K.E. Meniscus repair: considerations in treatment and update of clinical results. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2002; (402): 122-34.
22. Turman K.A., Diduch D.R., Miller M.D. All-inside meniscal repair. *Sports Health.* 2009; 1 (5): 438-44. doi: 10.1177/1941738109334219.
23. Grant J.A., Wilde J., Miller B.S., Bedi A. Comparison of inside-out and all-inside techniques for the repair of isolated meniscal tears: a systematic review. *Am. J. Sports Med.* 2012; 40 (2): 459-68. doi: 10.1177/0363546511411701.
24. Morgan C.D. The "all-inside" meniscus repair. *Arthroscopy.* 1991; 7 (1): 120-5.
25. Stärke C., Kopf S., Petersen W., Becker R. Meniscal repair. *Arthroscopy.* 2009; 25 (9): 1033-44. doi:10.1016/j.arthro.2008.12.010.
26. Barber F.A., Coons D.A. Midterm results of meniscal repair using the BioStinger meniscal repair device. *Arthroscopy.* 2006; 22 (4): 400-5. doi:10.1016/j.arthro.2005.08.052.
27. Barber F.A., Johnson D.H., Halbrecht J.L. Arthroscopic meniscal repair using the BioStinger. *Arthroscopy.* 2005; 21 (6): 744-50. doi:10.1016/j.arthro.2005.03.002.
28. Laprell H., Stein V., Petersen W. Arthroscopic all-inside meniscus repair using a new refixation device: a prospective study. *Arthroscopy.* 2002; 18 (4): 387-93. doi:10.1053/jars.2002.30639.
29. Frosch K.H., Fuchs M., Losch A., Stürmer K.M. Repair of meniscal tears with the absorbable Clearfix screw: results after 1-3 years. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2005; 125 (9): 585-91. doi: 10.1007/s00402-004-0775-1.
30. Becker R., Schröder M., Stärke C. et al. Biomechanical investigations of different meniscal repair implants in comparison with horizontal sutures on human meniscus. *Arthroscopy.* 2001; 17 (5): 439-44. doi:10.1053/jars.2001.19975.
31. Coen M.J., Caborn D.N., Urban W. et al. An anatomic evaluation of T-Fix suture device placement for arthroscopic all-inside meniscal repair. *Arthroscopy.* 1999; 15 (3): 275-80.
32. Barrett G.R., Treacy S.H., Ruff C.G. Preliminary results of the T-fix endoscopic meniscus repair technique in an anterior cruciate ligament reconstruction population. *Arthroscopy.* 1997; 13 (2): 218-23.
33. Barber F.A., Schroeder F.A., Barrera Oro F.B., Beavis R.C. Fast-Fix meniscal repair: mid-term results. *Arthroscopy.* 2008; 24 (12): 1342-8. doi:10.1016/j.arthro.2008.08.001.
34. Albertoni L.J.B., Schumacher F.C., Ventura M.H.A. et al. Meniscal repair by all-inside technique with Fast-Fix device. *Rev. Bras. Ortop.* 2013; 48 (5): 448-54. doi:10.1016/j.rboe.2012.08.010.
35. Alvarez-Diaz P., Alentorn-Geli E., Llobet F. et al. Return to play after all-inside meniscal repair in competitive football players: a minimum 5-year follow-up. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016; 24 (6): 1997-2001. doi: 10.1007/s00167-014-3285-x.
36. Barber F.A., Coons D.A., Ruiz-Suarez M. Meniscal repair with the RapidLoc meniscal repair device. *Arthroscopy.* 2006; 22 (9): 962-6. doi:10.1016/j.arthro.2006.04.109.
37. Solheim E., Hegna J., Inderhaug E. Long-term outcome after all-inside meniscal repair using the RapidLoc system. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016; 24(5): 1495-500. doi: 10.1007/s00167-015-3642-4.
38. Kalliakmanis A., Zourntos S., Bousgas D., Nikolaou P. Comparison of arthroscopic meniscal repair results using 3 different meniscal repair devices in anterior cruciate ligament reconstruction patients. *Arthroscopy.* 2008; 24 (7): 810-6. doi:10.1016/j.arthro.2008.03.003.
39. Likes R.L., Julka A., Aros B.C. et al. Meniscal repair with the MaxFire device: a cadaveric study. *Orthop. Surg.* 2011; 3 (4): 259-64. doi: 10.1111/j.1757-7861.2011.00151.x.
40. Mehta V.M., Terry M.A. Cyclic testing of 3 all-inside meniscal repair devices: a biomechanical analysis. *Am. J. Sports Med.* 2009; 37 (12): 2435-9. doi: 10.1177/0363546509346051.
41. Imhoff A.B., Feucht M.J., Aboalata M. Surgical atlas of sports orthopaedics and sports traumatology. Springer; 2015. doi: 10.1007/978-3-662-43776.
42. Blackman A.J., Stuart M.J., Levy B.A. et al. Arthroscopic meniscal root repair using a Ceterix Novostitch suture passer. *Arthrosc. Tech.* 2014; 3 (5): e643-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eats.2014.07.006>.
43. Saliman J.D. The circumferential compression stitch for meniscus repair. *Arthrosc. Tech.* 2013; 2 (3): e257-64. doi: 10.1016/j.eats.2013.02.016.
44. Beamer B.S., Masoudi A., Walley K.C. et al. Analysis of a new all-inside versus inside-out technique for repairing radial meniscal tears. *Arthroscopy.* 2015; 31 (2): 293-8. doi: 10.1016/j.arthro.2014.08.011.
45. Hagino T., Ochiai S., Watanabe Y. et al. Clinical results of arthroscopic all-inside lateral meniscal repair using the Meniscal Viper Repair System. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2014; 24 (1): 99-104. doi: 10.1007/s00590-012-1138-1.
46. Kang H.J., Chun C.H., Kim K.M. et al. The results of all-inside meniscus repair using the Viper Repair System simultaneously with anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin. Orthop Surg.* 2015; 7 (2): 177-84. doi: 10.4055/cios.2015.7.2.177.
47. Abrams G.D., Frank R.M., Gupta A.K. et al. Trends in meniscus repair and meniscectomy in the United States, 2005-2011. *Am. J. Sports Med.* 2013; 41 (10): 2333-9. doi: 10.1177/0363546513495641.

Сведения об авторах: Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Ильин Д.О., Афанасьев А.П. — кандидаты мед. наук, ортопеды-травматологи Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); Фролов А.В. — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), доцент кафедры травматологии и ортопедии РУДН; Королев А.В. — доктор мед. наук, главный врач ECSTO, профессор кафедры травматологии и ортопедии РУДН.

Для контактов: Рязанцев Михаил Сергеевич — канд. мед. наук, ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO). E-mail: 79268112899@yandex.ru.

Contact: Ryazantsev Mikhail S. — Cand. med. sci., trauma and orthopaedic surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO). E-mail: 79268112899@yandex.ru.