АРТРОСКОПИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ ОТРЫВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ МЕЖМЫЩЕЛКОВОГО ВОЗВЫШЕНИЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ: ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Ирисметов Муроджон Эргашевич
https://orcid.org/0009-0004-2122-9012
murod.iris@mail.ru

Шамшиметов Дилшод Файзахматович
https://orcid.org/0009-0006-1742-360X
shamshimetovdilshod9@gmail.com

Убайдуллоев Дилшод Анвар угли
https://orcid.org/0009-0000-7127-5499
ub.dilshod77@gmail.com
Республиканский научно-практический медицинский центр травматологии и ортопедии, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Отрывные переломы межмыщелкового возвышения большеберцовой кости в зоне тибиального прикрепления передней крестообразной связки представляют особую внутрисуставную травму, при которой восстановление костной анатомии должно сочетаться с сохранением нормального натяжения передней крестообразной связки. Современная артроскопия позволяет выполнить анатомическую репозицию, оценить состояние менисков и других внутрисуставных структур, устранить интерпозицию мягких тканей и обеспечить стабильную фиксацию костного фрагмента. Наиболее широко применяются винтовая и шовная фиксация, а в последние годы используются ретензионируемые all-suture, двухтуннельные и кортикально-подвесные конструкции. Метаанализ 9 сравнительных исследований, включивший 412 пациентов, не выявил значимых различий между винтовой и шовной фиксацией по шкалам Lysholm, IKDC и Tegner, стабильности коленного сустава и срокам консолидации. Частота осложнений при винтовой фиксации составила 32,2%, при шовной — 18,4%; повторные операции выполнялись в 29,75% и 11,6% случаев соответственно.

Ключевые слова: передняя крестообразная связка, межмыщелковое возвышение, большеберцовая кость, отрывной перелом, артроскопия, шовная фиксация, винтовая фиксация, кортикальная кнопка.

ARTHROSCOPIC FIXATION OF TIBIAL EMINENCE AVULSION FRACTURES: IMPLANT SELECTION AND CONTEMPORARY TECHNICAL SOLUTIONS

Abstract. Avulsion fractures of the tibial eminence at the tibial attachment of the anterior cruciate ligament represent a specific type of intra-articular injury in which

restoration of bony anatomy must be combined with preservation of the normal tension of the anterior cruciate ligament. Modern arthroscopy allows anatomical reduction of the fracture fragment, assessment of the menisci and other intra-articular structures, elimination of soft-tissue interposition, and achievement of stable fixation of the bony fragment. Screw and suture fixation are the most widely used techniques, while re-tensionable all-suture constructs, dual-tunnel techniques, and cortical suspensory fixation systems have increasingly been introduced in recent years. A meta-analysis of 9 comparative studies including 412 patients found no significant differences between screw and suture fixation in Lysholm, IKDC, and Tegner scores, knee stability, or time to fracture union. The complication rate was 32.2% after screw fixation and 18.4% after suture fixation; repeat surgical procedures were required in 29.75% and 11.6% of cases, respectively.

Keywords: anterior cruciate ligament, tibial eminence, tibia, avulsion fracture, arthroscopy, suture fixation, screw fixation, cortical button.

КАТТА БОЛДИР СУЯГИ ДЎМБОҚЧАЛАРИ ОРАСИ БАЛАНДЛИГИНИНГ УЗИЛИБ-СИНИШЛАРИНИ АРТРОСКОПИК ФИКСАЦИЯЛАШ: КОНСТРУКЦИЯ ТАНЛОВИ ВА ЗАМОНАВИЙ ТЕХНИК ЕЧИМЛАР

Аннотация. Олдинги хочсимон бойламнинг тибиал бирикиш соҳасидаги катта болдир суяги дўмбоқчалари ораси баландлигининг узилиб-синишлари ўзига хос бўғим ичи жароҳати ҳисобланиб, бунда суяк анатомиясини тиклаш олдинги хочсимон бойламнинг меъёрий таранглигини сақлаб қолиш билан уйғунлаштирилиши лозим. Замонавий артроскопия суяк фрагментини анатомик репозиция қилиш, менисклар ва бошқа бўғим ичи тузилмалар ҳолатини баҳолаш, юмшоқ тўқималар интерпозициясини бартараф этиш ҳамда суяк фрагментининг барқарор фиксациясини таъминлаш имконини беради. Энг кўп қўлланиладиган усуллар винтли ва чокли фиксация бўлиб, сўнгги йилларда қайта таранглаш имконига эга all-suture конструкциялар, икки туннелли усуллар ва кортикал подвес фиксация тизимлари ҳам қўлланилмоқда. 412 нафар беморни қамраб олган 9 та қиёсий тадқиқот мета-таҳлилида винтли ва чокли фиксация ўртасида Lysholm, IKDC ва Tegner шкалалари, тизза бўғими барқарорлиги ҳамда синиқнинг битиш муддатлари бўйича статистик аҳамиятли фарқ аниқланмаган. Асоратлар частотаси винтли фиксациядан кейин 32,2%, чокли фиксациядан кейин 18,4% ни ташкил этган; қайта операциялар мос равишда 29,75% ва 11,6% ҳолатда бажарилган.

Калит сўзлар: олдинги хочсимон бойлам, дўмбоқчалар ораси баландлиги, катта болдир суяги, узилиб-синиш, артроскопия, чокли фиксация, винтли фиксация, кортикал тугмача.

Актуальность. Отрыв тибиального прикрепления передней крестообразной связки отличается от внутрисвязочного разрыва ПКС тем, что функционально сохранная связка отделяется от большеберцовой кости вместе с костным фрагментом. Повреждение особенно характерно для детей и подростков, однако встречается и у взрослых после спортивной или высокоэнергетической травмы. Основная хирургическая задача состоит не только в сращении отломка. Необходимо

восстановить анатомическое положение зоны прикрепления ПКС, исключить ее остаточное удлинение и одновременно добиться раннего восстановления движений в коленном суставе.

Смещение фрагмента может сопровождаться интерпозицией переднего рога мениска, поперечной связки колена или других мягких тканей, что препятствует закрытой репозиции. Артроскопический доступ позволяет визуально контролировать ложе перелома, удалить интерпонированные ткани и оценить сопутствующие внутрисуставные повреждения. По этой причине развитие хирургической техники постепенно сместилось от открытой фиксации к малоинвазивным артроскопическим вариантам.

Цель исследования. Проанализировать современные способы артроскопической фиксации отрывных переломов тибиального прикрепления передней крестообразной связки и определить преимущества, ограничения и критерии выбора различных фиксирующих конструкций.

Материалы и методы исследования. Проведен аналитический обзор современных публикаций, посвященных хирургическому лечению переломов межмыщелкового возвышения большеберцовой кости. Основное внимание уделено систематическим обзорам и метаанализам, сопоставляющим артроскопическую и открытую репозицию, винтовую и шовную фиксацию, а также публикациям последних лет, описывающим all-suture и подвесные артроскопические конструкции. Анализировались стабильность сустава, функциональные шкалы, консолидация перелома, повторные вмешательства, удаление металлоконструкций, артрофиброз и технические особенности фиксации.

Обсуждение. Артроскопическая репозиция обладает несколькими принципиальными преимуществами. Хирург получает непосредственный визуальный контроль положения фрагмента, может определить причину невозможности репозиции, оценить степень повреждения самой ПКС и выполнить коррекцию сопутствующей патологии. Это особенно важно при переломах III–IV типов по Meyers–McKeever–Zaricznyj, когда отломок полностью смещен, ротирован или фрагментирован.

Систематический обзор и метаанализ S.H.S. Tan и соавт. включил 48 исследований и 1367 пациентов. Артроскопическая фиксация характеризовалась лучшей стабильностью по тестам переднего выдвижного ящика и Lachman по сравнению с открытым способом, хотя различий по Lysholm, субъективному IKDC, Tegner и возврату к спорту выявлено не было [1]. Это показывает, что преимущества артроскопии прежде всего связаны с точностью внутрисуставной коррекции и контролем стабильности.

Винтовая фиксация обеспечивает жесткую межфрагментарную компрессию и технически относительно проста при достаточно крупном монолитном костном фрагменте. Канюлированный винт проводится через отломок и фиксирует его к эпифизу большеберцовой кости. Такой вариант позволяет получить немедленную механическую стабильность и обычно требует меньше времени операции.

Основные ограничения винта становятся заметны при небольшом или многооскольчатом фрагменте. Введение винта способно расколоть отломок, а выступающая головка может вызывать импинджмент. У пациентов с незакрытыми

зонами роста необходимо учитывать расположение проксимальной тибиальной физы. Еще одна проблема связана с возможностью последующего удаления металлоконструкции.

В метаанализе F. Manaf и соавт. были объединены 9 исследований и 412 пациентов: 207 после шовной и 205 после винтовой фиксации [2]. Значимых различий по Lysholm, Tegner, IKDC, объему движений, Lachman, pivot-shift, KT-1000 и срокам консолидации не выявлено. Однако общая частота осложнений при винтовой фиксации достигала 32,2%, при шовной — 18,4%. Повторные операции потребовались в 29,75% случаев после винта и в 11,6% после шовной фиксации. Операция с винтовой конструкцией занимала меньше времени — в среднем 67 минут, с шовной — около 85 минут.

Шовная фиксация основана на захвате передней крестообразной связки у основания либо непосредственно костного фрагмента высокопрочной нитью с последующим проведением нитей через один или несколько тибиальных туннелей. Такая схема распределяет нагрузку по более широкой площади и не требует проведения жесткого металлического элемента через сам отломок.

Преимущество наиболее заметно при раздробленных повреждениях, где винт не способен обеспечить надежное удержание каждого фрагмента. Шов, проведенный вокруг основания ПКС, позволяет фиксировать весь комплекс «связка–костный фрагмент». Отсутствие внутрисуставной металлической головки уменьшает риск импинджмента и необходимость планового удаления конструкции.

Результаты крупного метаанализа 48 исследований также показали лучшую стабильность после шовной фиксации по тестам переднего выдвижного ящика и Lachman, а показатели Lysholm, IKDC и Tegner были статистически выше в группе шовной фиксации [1]. В то же время данные отдельных исследований остаются неоднородными, и различия по клинически значимой функции выявляются не во всех анализах.

Особое значение шовная методика приобретает у детей. В метаанализе A. Elnewishy и соавт. анализировались 224 пациента с незрелым скелетом [3]. Шовная фиксация уменьшала вероятность повторного хирургического вмешательства: OR=0,22; 95% ДИ 0,12–0,42; $p<0,00001$. Необходимость удаления импланта также была значительно ниже — OR=0,08. Вероятность возврата к спорту была выше после шовной фиксации — OR=2,71; $p=0,02$. Значимых различий по остаточной нестабильности, артрофиброзу, требующему операции, и восстановлению полного объема движений не обнаружено.

Новое направление артроскопической хирургии связано с полностью шовными регулируемыми конструкциями. D.J. Stokes и соавт. описали ретензионируемую all-suture систему с несколькими петлевыми швами и кортикальным подвесным фиксатором [4]. Возможность повторного натяжения после циклической нагрузки позволяет уменьшить ослабление фиксации и сохранить компрессию фрагмента. Конструкция не требует установки крупного импланта в костный фрагмент, что расширяет возможности лечения многооскольчатых повреждений.

Другой вариант представлен E.G. Carey и соавт. [5]. Авторы используют два транстибиальных туннеля, натяжную шовную конструкцию и кортикальные кнопки. Разделение нагрузки между двумя туннелями увеличивает контроль ротации фрагмента,

а дополнительная шовная лента создает компрессию его передней части. Техническая концепция направлена на повышение стабильности первичной фиксации и возможность раннего восстановления движений.

Наличие более современной конструкции не означает автоматического преимущества у каждого пациента. Крупный плотный отломок у скелетно зрелого пациента может быть надежно фиксирован винтом. При небольшом, тонком или раздробленном фрагменте шовная фиксация технически более универсальна. У ребенка преимущество получают способы, минимизирующие травму зоны роста. При сложной геометрии перелома двухтуннельная или подвесная система позволяет создать многоточечное распределение нагрузки.

Еще один критерий — возможность точного восстановления натяжения ПКС. Даже при рентгенологическом сращении остаточное смещение фрагмента или недостаточное натяжение связки могут проявляться передней нестабильностью. Фиксация должна удерживать костный блок в анатомическом положении на протяжении всего периода консолидации, не допуская его переднего подъема после затягивания конструкции.

Послеоперационная реабилитация тесно связана со стабильностью фиксации. Продолжительная иммобилизация увеличивает риск артрофиброза, который остается одним из наиболее значимых осложнений этой травмы. Надежная артроскопическая фиксация должна создавать условия для контролируемого раннего восстановления объема движений без потери репозиции.

Следовательно, современная хирургия постепенно отходит от поиска одной универсальной конструкции. Выбор фиксации должен учитывать морфологию перелома, размер фрагмента, наличие раздробленности, состояние ПКС, сопутствующие менискальные повреждения, возраст и состояние зон роста. Артроскопия выступает общей платформой, на которой конкретная фиксирующая конструкция адаптируется к характеру повреждения.

Заключение. Артроскопическая репозиция и фиксация позволяет восстановить анатомию тибиального прикрепления передней крестообразной связки при минимальной травматизации мягких тканей и одновременно оценить внутрисуставные повреждения.

Шовные конструкции обеспечивают функциональные результаты, сопоставимые с винтовой фиксацией, и характеризуются меньшей частотой аппарат-зависимых осложнений и повторных хирургических вмешательств. Их преимущества особенно выражены при небольших и многооскольчатых фрагментах, а также у пациентов с незакрытыми зонами роста.

Ретензионируемые all-suture и двухтуннельные подвесные конструкции расширяют возможности артроскопической фиксации за счет многоточечного распределения нагрузки, повторного натяжения и отсутствия крупного внутрисуставного импланта. Перспективным направлением является разработка дифференцированного алгоритма выбора фиксации с учетом морфологии отрывного перелома и биомеханических требований к восстановлению натяжения ПКС.

Список литературы

1. Carey E.G., LaPrade C.M., Graham G.D., Riboh J.C. Arthroscopic-Assisted Fixation of Tibial Spine Avulsion Fracture Using a Tensionable Suture Construct With Dual Transtibial Tunnels and Suture Buttons // Arthroscopy Techniques. – 2025. – Vol. 14, No. 7. – Art. 103613. doi:10.1016/j.eats.2025.103613.
2. Chang C.J., Huang T.C., Hoshino Y., et al. Functional Outcomes and Subsequent Surgical Procedures After Arthroscopic Suture Versus Screw Fixation for ACL Tibial Avulsion Fractures: A Systematic Review and Meta-analysis // Orthopaedic Journal of Sports Medicine. – 2022. – Vol. 10, No. 4. – 23259671221085945. doi:10.1177/23259671221085945.
3. Elnewishy A., El Menawy Z., Zahed M., et al. Suture Fixation Versus Screw Fixation in Pediatric Tibial Eminence Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Outcomes and Reoperation Rates // Cureus. – 2025. – Vol. 17, No. 12. – Art. e99853. doi:10.7759/cureus.99853.
4. Manaf F., Widhiyanto L., Hernugrahanto K.D. Arthroscopic screw versus suture fixation in tibial eminence fractures: a systematic review and meta-analysis // Knee Surgery & Related Research. – 2025. – Vol. 37. – Art. 31. doi:10.1186/s43019-025-00282-5.
5. Stokes D.J., Sanchez R.A., Williams B.T., et al. Tibial Spine Avulsion Fracture Fixation Using a Re-tensionable All-Suture Construct // Arthroscopy Techniques. – 2024. – Vol. 13, No. 7. – Art. 102983. doi:10.1016/j.eats.2024.102983.
6. Tan Si Heng Sharon, Fadzil K., Lim A.K.S., Hui J.H. Surgical management of tibial eminence avulsion fractures: a systematic review and meta-analysis // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2024. – Vol. 144, No. 7. – P. 3153–3159. doi:10.1007/s00402-024-05318-1.