

Обзорная статья

УДК 616.718.56/66-001.5-089.227.84

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-1-142-152>



Внутрикостный остеосинтез при переломах лодыжек с разрывом дистального синдесмоза

Ф.А. Гафуров¹, И.Ю. Ходжанов², Д.Ш. Мансуров^{1✉}, Ш.Н. Эранов¹

¹ Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Республика Узбекистан

² Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр травматологии и ортопедии, Ташкент, Республика Узбекистан

Автор, ответственный за переписку: Джалолидин Шамсидинович Мансуров, jalolmedic511@gmail.com

Аннотация

Введение. В настоящее время хирургическое лечение маллеолярных переломов с разрывом дистального синдесмоза является одной из самых дискуссионных тем в современной травматологии. До сих пор не существует единого протокола лечения данного вида повреждений, и мнение авторов меняется из года в год.

Цель работы – сравнить существующие современные способы хирургического лечения, используемые при переломах лодыжек с разрывом дистального синдесмоза, и определить оптимальные варианты.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ статей французских, английских, узбекистанских, казахстанских, немецких, датских, японских и китайских авторов. Поиск источников произведен на платформах MedLine, PubMed, Scopus, Web of Science, использованы данные исследований из CINAHL, протоколы и результаты исследований из Cochrane Central Register of Controlled Trials.

Результаты сравнительных исследований динамических и статических методов фиксации дистального синдесмоза показывают, что динамические методы имеют несколько преимуществ. В частности, динамические методы позволяют сохранить более точную анатомию синдесмоза, что способствует более быстрому заживлению тканей. Также было выяснено, что методы динамической фиксации не требуют рутинного удаления имплантата, тогда как удаление синдесмозного винта необходимо для снижения компрессии в зоне голеностопного сустава и риска мальредукции синдесмоза, что существенно влияет на подвижность голеностопного сочленения. Кроме того, динамические методы обладают более высокой стабильностью и меньшей вероятностью развития осложнений. Однако статические методы также имеют свои преимущества. Они обычно более доступны и менее затратны, что может быть важным фактором при выборе метода лечения. Кроме того, статические методы имеют более распространенное применение и могут быть использованы в более широком диапазоне клинических случаев, хотя разница отдаленных результатов между данными хирургическими вмешательствами статистически незначима.

Обсуждение. При хирургической стабилизации дистального синдесмоза, ассоциированного с переломом лодыжек, предпочтительными являются динамический метод с использованием металлических пуговиц, комбинированный метод и системы изотонической аннулярной фиксации с титановым кабелем, что связано с меньшим риском послеоперационных осложнений, возможностью краткосрочной реабилитации.

Заключение. Выбор между динамическими и статическими методами фиксации дистального синдесмоза зависит от многих факторов, включая сложность повреждения, доступность и стоимость имплантатов, а также опыт хирурга. В целом, динамические методы представляют собой более современный и эффективный подход к лечению повреждений синдесмоза, но статические методы по-прежнему остаются важным инструментом в арсенале ортопедических хирургов.

Ключевые слова: переломы лодыжек, повреждение межберцового синдесмоза, динамическая фиксация, статическая фиксация, нестабильность

Для цитирования: Гафуров Ф.А., Ходжанов И.Ю., Мансуров Д.Ш., Эранов Ш.Н. Внутрикостный остеосинтез при переломах лодыжек с разрывом дистального синдесмоза. *Гений ортопедии*. 2024;30(1):142-152. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-1-142-152. EDN: AZDQOQ.



Intramedullary osteosynthesis for ankle fractures and distal tibiofibular syndesmotric disruption

F.A. Gafurov¹, I.Yu. Khodzhanov², D.Sh. Mansurov^{1✉}, Sh.N. Eranov¹

¹ Samarkand State Medical University, Samarkand, Republic of Uzbekistan

² Republican Specialized Scientific-Practical Medical Center of Traumatology and Orthopedics, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Corresponding author: Djalolidin Sh. Mansurov, jalolmedic511@gmail.com

Abstract

Introduction The optimal surgical approach for malleolar fractures and distal tibiofibular syndesmotric (DTFS) disruption remains controversial. There is no uniform treatment protocol for this type of injury.

The objective was to review modern surgical treatments of the pathology and determine the optimal option.

Material and methods Articles of French, English, Uzbek, Kazakh, German, Danish, Japanese and Chinese authors were retrospectively reviewed. An internet search of MedLine; PubMed; Scopus; Web of Science, CINAHL, the Cochrane Central Register of Controlled Trials databases was performed.

Results Comparative studies of dynamic fixation and static fixation of the DTFS showed advantages of the dynamic methods enabling precise, anatomical syndesmotric fixation and faster healing. Dynamic fixation methods would require no implant removal, while syndesmotric screw would be taken off to reduce compression in the ankle joint and minimize a risk of malreduction facilitating mobility of the ankle joint. Dynamic methods are associated with greater stability and less complication rate. However, static methods have the advantages of being more accessible and less expensive, which can be an important factor choosing a treatment method. Static methods are a wide application and can be used in a wide range of clinical cases. Long-term results show no statistically significant differences between dynamic fixation and static fixation.

Discussion Literature review indicates the dynamic method with suture-button, a combined method and titanium cable isotonic annular fixation system as the preferred technique for surgical stabilization of distal syndesmosis associated with ankle fractures with a lower risk of postoperative complications and the possibility of short-term rehabilitation.

Conclusion The choice between dynamic and static methods of distal syndesmosis fixation depends on many factors, including the complexity of the injury, the availability and cost of implants and the experience of the surgeon.

Keywords: ankle fractures, tibiofibular syndesmosis disruption, dynamic fixation, static fixation, instability

For citation: Gafurov FA, Khodzhanov IYu, Mansurov DSh, Eranov ShN. Intramedullary osteosynthesis for ankle fractures and distal tibiofibular syndesmotric disruption. *Genij Ortopedii*. 2024;30(1):142-152. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-1-142-152

ВВЕДЕНИЕ

Травмы синдесмоза часто возникают при занятиях спортом, автомобильных авариях и других внешних воздействиях. Проблема выбора метода фиксации при повреждении синдесмоза является достаточно актуальной в современной медицине. Существует несколько методов фиксации, включая использование болтов, проводов, пластин, клиньев и других устройств. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки. Выбор метода должен быть основан на индивидуальных особенностях пациента и характеристиках травмы. При выборе метода оперативного лечения необходимо отдавать предпочтение наиболее безопасным и современным технологиям.

Дистальные отделы большеберцовой и малоберцовой кости связаны между собой связочным аппаратом, включающим в себя дистальную переднюю большеберцовую связку (ATIFL), дистальную заднюю большеберцовую связку (PTIFL), поперечную связку и межкостную связку, все эти компоненты и образуют дистальный синдесмоз (рис. 1) [1, 2].

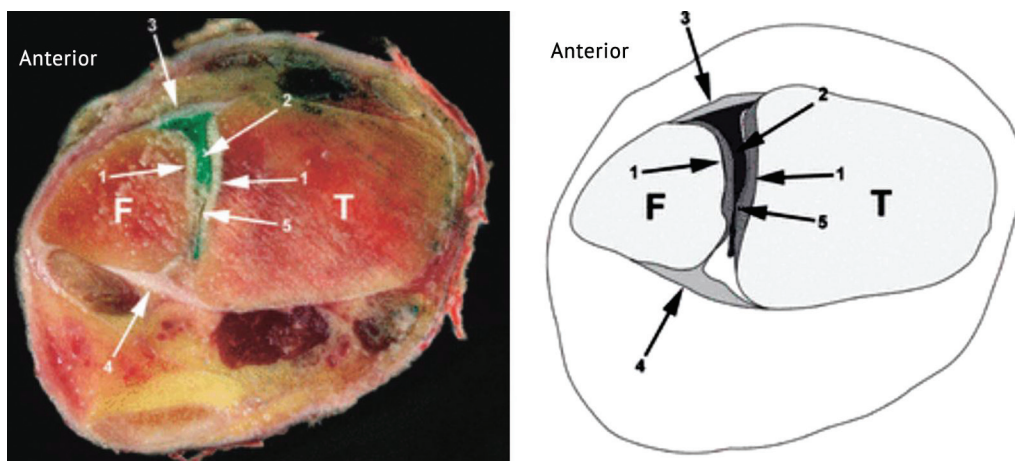


Рис. 1. Анатомический препарат и схема области дистального межберцового синдесмоза: 1 – хрящ; 2 – синдесмотическое углубление; 3 – передняя тibiофибулярная связка; 4 – задняя тibiофибулярная связка; 5 – межкостная связка [1]

Переломы лодыжек – распространенный вид травмы, занимающий третье место по частоте среди переломов нижних конечностей, на него приходится от 5,5 до 7,4 % всех переломов скелета, 25 % из которых ассоциированы с разрывом или повреждением дистального синдесмоза, вызывающими значительные функциональные нарушения в долгосрочном периоде [3-8]. Особенно это касается переломов типа С по классификации Вебера, которые всегда ассоциированы с разрывом дистального синдесмоза, а также переломов типа Б по классификации Вебера, высокоэнергетических переломов лодыжек, разрыв синдесмоза среди которых встречается в 37 % случаев [9-14]. Эти повреждения могут быть вызваны различными факторами, включая спортивные травмы, падения и автомобильные аварии, но 66,5 % из них приходится на обычное падение с тенденцией к росту в зимний период [15]. Осложнения, связанные с хирургическим лечением переломов голеностопного сустава, могут оказать значительное влияние на качество жизни пациента. Некоторые из этих осложнений могут быть временными, а другие – постоянными и могут привести к инвалидности и ограничению движения. При неадекватном выборе тактики ведения пациента данный вид повреждения может привести к долгосрочным осложнениям, таким как хроническая боль, нестабильность и остеоартрит голеностопного сустава [16-20]. J. Litrenta et al. в своем рандомизированном контролируемом исследовании также подтвердили негативное влияние повреждения дистального синдесмоза на результаты хирургического лечения переломов лодыжек [21]. Во многих случаях для устранения повреждений и восстановления функции пораженного сустава необходимо хирургическое вмешательство, что в настоящее время является приоритетным методом лечения данной патологии [7, 22-24]. Проведено множество исследований, сравнивающих различные варианты хирургических вмешательств, например, мета-анализ A. Grassi et al. на тему динамического и статического методов фиксации дистального синдесмоза, доказавший преимущество динамических видов фиксации над статическими [22]. К сопоставимым результатам пришли P. Zhang et al. при сравнении пуговичного метода и синдесмотического винта [25]. Новые технологии, такие как изотоническая кольцевая фиксация, предложенная Z. Jia и J. Cheng, показывают преимущества перед существующими методами хирургической коррекции разрыва дистального синдесмоза [26]. Зная последние достижения в области хирургического лечения переломов лодыжек с повреждением синдесмоза, пациенты и медицинские работники могут принимать обоснованные решения о наиболее подходящей стратегии.

Цель работы – сравнить современные способы хирургического лечения, используемые при переломах лодыжек с разрывом дистального синдесмоза, и определить оптимальные варианты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Стратегия поиска

Поиск литературы проведен в поисковых системах MedLine, PubMed, Scopus, Web of Science, использованы данные исследований из CINAHL; протоколы и результаты исследований из Cochrane Central Register of Controlled Trials по ключевым словам: ankle fracture, syndesmosis injury, syndesmosis fixation. Все этапы подбора материала для статьи, включая поиск литературы, извлечение данных и оценку качества, выполнены авторами данного литературного обзора без дополнительного финансирования и вмешательства специалистов, являющихся сторонниками той или иной методики лечения данной патологии. Также изучены публикации из списков источников выбранных статей, мнение отдельных экспертов. Окончательный поиск выполнен 2 марта 2023 года.

Анализ и подбор источников информации

Исследования были исключены, если они представляли собой обзор единичных случаев лечения. Поиск проведен каждым автором самостоятельно, независимо от других участников. Выбор подходящего материала осуществлен при проведении собраний авторов, путем обсуждения каждого источника и голосования за включение данного исследования в статью. Кроме того, в обзор включены немецкие и датские исследования, представленные в виде полного текста на заданную тематику, содержащие информацию о статистических данных и механизмах травмы.

Предпочтение отдавалось большим систематическим обзорам, рандомизированным клиническим исследованиям с большим уровнем доказательности (уровень 1-3 классификации уровней доказательности Oxford CEBM)

Сбор данных и оценка качества исследований

Все данные собраны в соответствии с едиными критериями. Задокументированы протокольные данные публикаций (авторы, названия, журналы, годы, тип исследований, протокол исследования) и уровень доказательности источников. Найдены и учтены статистические данные в различных регионах, включая группы пациентов, количество больных, пол и возрастные группы. Отобраны подробные данные о сроках от момента получения травмы до проведения лечения, времени, затраченном на операцию, типе перелома по классификации Вебера, варианте хирургической фиксации синдесмоза, отдаленных результатах лечения и числе послеоперационных осложнений, которые чаще всего включали в себя инфекцию в области послеоперационной раны, посттравматический артрит голеностопного сустава, формирование ложного сустава, ограничение подвижности сустава и более редкие нежелательные явления. Уровень доказательности оценивали на основании классификации Oxford CEBM и качества использованных данных. Почти все исследования включали мониторинг функциональных показателей с использованием AOFAS, OMA или ROM. Шкала Американского общества оперативной ортопедии стопы и голеностопного сустава (AOFAS) разделена на несколько частей, описывающих тяжесть болевого синдрома, функциональные нарушения сустава и степень искривления оси первого луча от 0 до 100 баллов, при этом 100 баллов является наилучшим результатом. Шкала Olerud – Molander Ankle (OMA) оценивает функциональные возможности после хирургического лечения, тяжесть проявления симптомов от 0 до 100 баллов, где 100 баллов – наилучший результат. В анализ включены данные оценки по AOFAS и OMA в диапазоне от полугода с момента операции до двух лет после оперативного вмешательства. Объем движений голеностопного сустава является сугубо индивидуальным для каждого человека. Дорсифлексия, при которой стопа поднимается вверх, составляет приблизительно 20 градусов, и плантофлексия, при которой стопа опускается вниз, составляет 30 градусов. Данный диапазон использован как эталон кинематики голеностопного сустава. Эти показатели являются ключевыми при оценке объема движения в пораженном суставе, а их изменение – маркером функциональных нарушений голеностопного сустава. Осложнение определено как нежелательное явление, ассоциированное с проведенным лечением, ухудшающее его результаты или приводящее к использованию более сложных протоколов, ассоциированных с худшим долгосрочным прогнозом и применением более травматичных методов. В литературный обзор включены как статьи, рассматривающие различные методы хирургической фиксации дистального синдесмоза, так и их сравнение между собой. Далее статьи рассортированы на три группы по виду хирургической фиксации дистального синдесмоза. В статьях о статической фиксации авторами описано выполнение открытого вправления и внутренней фиксации (ОВРФ) с использованием синдесмозных винтов, в группе исследований о динамической фиксации – ОВРФ с фиксацией шовно-пуговичным методом, а в группе статей о комбинированных методах – ОВРФ с комбинацией синдесмозных винтов и шовно-пуговичного метода.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выполнен анализ 37 источников, включающих различные мета-анализы, рандомизированные контролируемые исследования, когортные исследования, в которых описаны различные техники оперативной фиксации дистального тибιοфибулярного сочленения: шовно-пуговичный метод (пример динамической фиксации синдесмоза), синдесмозный винт (пример статической фиксации), комбинированный метод (использование синдесмозного винта и шовно-пуговичного метода одновременно) и их сравнение между собой в плане отдаленных результатов, осложнений и мобильности сустава через определенный промежуток после оперативного лечения.

В настоящее время существует 3 основные группы хирургической фиксации голеностопного сустава; статическая фиксация, к которой относится синдесмозный винт, рутинный способ фиксации дистального синдесмоза; динамическая фиксация с помощью шовно-пуговичного метода с использованием эластичных материалов; комбинированный метод, имеющий преимущества как статического метода, так и динамического [25, 27-33]. Использование синдесмозного винта в настоящее время является «золотым стандартом» в фиксации разрывов дистального синдесмоза, ассоциированного с переломом лодыжек.

Все методы активно применяются в травматологической практике и безопасны для использования, но, как и для любого хирургического вмешательства, данные методики имеют осложнения в виде раневых инфекций, поломки имплантата, повторных хирургических вмешательств, повреждения сосудисто-нервных пучков, хронической нестабильности голеностопного сустава, послеоперационного артроза и мальредукции, что оказывает непосредственное влияние на качество жизни пациентов, отдаленные результаты, степень подвижности голеностопного сустава [34-37]. В результатах данных исследований выявлены различия в частоте осложнений между вариантами хирургического лечения. При использовании методов статической фиксации наблюдали самую высокую частоту мальредукции сустава и поломки имплантата, повторных операций, а в группе динамической фиксации – самую высокую частоту неанатомичной фиксации синдесмоза. В группе комбинированных методов наблюдали самую низкую частоту осложнений, это связано с тем, что данная техника позволяет зафиксировать синдесмоз как в области передней тибιοфибулярной связки, так и в области задней тибιοфибулярной связки, снижает риск поломки имплантата, неанатомичного сращения, но повышает риск ятрогенного перелома [38-41].

Отдаленные результаты и кинематика движений голеностопного сустава

Оценка результатов исследований показала, что все три хирургические методики обеспечили хорошие функциональные результаты, равноценные по эффективности оценки в баллах Американского ортопедического общества стопы и голеностопа (AOFAS) через 24 месяца или диапазоне движения голеностопного сустава при последней обсервации, но была существенная разница в продолжительности реабилитации, где преимущество показали динамические и комбинированные методы фиксации синдесмоза [28, 33, 34, 38]. N.K. Patel, C. Chan в своем исследовании выяснили, что лучшим методом, восстанавливающим геометрию тибιοфибулярного сочленения, является комбинированный, что коррелирует с улучшением долгосрочных результатов по сравнению с другими методами, возможностью ранней нагрузки на поврежденный сустав, низким риском поломки имплантатов, что также снижает риск возникновения диастаза между малоберцовой и большеберцовой костью, но данный метод имеет ряд ограничений, связанных с возрастом пациентов, плотностью костей и тяжестью травмы, что не позволяет использовать его в рутинной практике, особенно у пожилых людей [42]. N. Ramadanov et al. провели мета-анализ, более подробно описывающий разницу в объеме движений голеностопного сустава после применения статического и динамического методов фиксации. Ими установлено, что статистически значимой разницы как в дорсофлексии, так и в плантофлексии в период от 6 до 12 месяцев ведения пациента не наблюдалось [33].

Риск повторных операций, связанных с удалением имплантата

При винтовой фиксации дистального синдесмоза иногда требуется повторная операция для решения таких проблем как неправильное положение винта, поломка или несращение. Повторная операция может включать удаление или изменение положения винта или использование другого типа фиксации. Решение о проведении повторной операции зависит от тяжести проблемы и индивидуальных особенностей пациента. Тщательный контроль и наблюдение после операции важны для выявления любых осложнений и обеспечения оптимального исхода.

В большинстве неспециализированных стационаров есть опыт рутинного удаления синдесмозного винта, даже при отсутствии показаний, что может быть причиной низкой эффективности данной методики, особенно в период до 6 месяцев после травмы [43-47]. Абсолютно во всех исследованиях, связанных со сравнением пуговичных методов фиксации и синдесмозных винтов, показано, что ста-

тические методы фиксации чаще всего требуют удаления металлоконструкции из зоны голеностопного сочленения в связи с риском поломки имплантата, снижением подвижности сустава, тогда как динамические методы не требуют рутинного удаления имплантата, что обусловлено незначительным риском поломки устройства вследствие его эластичности, низким давлением в зоне дистального тибιοфибулярного сочленения и отсутствием значимого ограничения подвижности голеностопного сустава [25, 27-33].

Риск мальредукции сустава

Мальредукция голеностопного сустава может возникать при переломах лодыжек с повреждением синдесмоза и вызывать значительные долгосрочные осложнения, такие как хроническая боль, нестабильность и ранний артрит. Неправильная редукция может возникнуть при первичном переломе или во время операции. Важно добиться правильной редукции и выравнивания голеностопного сустава, чтобы предотвратить нарушения его мобильности. Визуализирующие исследования, рентгенография и компьютерная томография, могут помочь диагностировать и оценить степень мальредукции. Для исправления мальредукции и восстановления нормального положения сустава может потребоваться хирургическое вмешательство.

Мальредукция дистального тибιοфибулярного сочленения играет огромную роль в отдаленных результатах хирургической фиксации, отмечено, что мальредукция увеличивает риск повторных оперативных вмешательств, развития нестабильности дистального тибιοфибулярного сочленения, а также снижает качество жизни пациентов [48-50].

Хотя большинство исследований не показало статистически значимого превосходства в частоте мальредукции дистального синдесмоза в группе шовно-пуговичного метода, некоторые систематические обзоры и мета-анализы, в частности A. Grassi et al. и K. Xu et al. показали, что методы динамической фиксации имеют гораздо меньший риск развития имплант-ассоциированных осложнений, в которые входит мальредукция [22, 29].

Риск имплант-ассоциированных осложнений

При фиксации дистального синдесмоза винтами могут возникать такие осложнения, связанные с имплантатами, как неправильное положение винта, поломка. Эти проблемы могут вызывать постоянную боль, нестабильность и снижение функции голеностопного сустава. Осложнения, связанные с имплантатами, чаще всего возникают при неправильной установке винтов или при несоблюдении пациентом послеоперационных инструкций. Тщательный контроль и оперативное вмешательство важны для предотвращения осложнений и обеспечения оптимального результата. В ходе многочисленных когортных, рандомизированных клинических исследований, а также некоторых мета-анализов показано, что динамические методы стабилизации голеностопного сустава сопровождаются меньшим риском послеоперационных осложнений, таких как поломка имплантата, хроническая нестабильность, компрессионный синдром, раздражение кости в области имплантата и даже инфекционных осложнений. Это обусловлено незначительной компрессией в зоне перелома и улучшает кровоснабжение данной зоны, что особенно важно у пожилых пациентов [29, 33, 51]. Хотя систематический обзор A. Grassi et al. не показал статистически значимого преимущества динамических методов, несмотря на то, что осложнений было больше в группе больных со статической фиксацией [22].

Комбинированные методы фиксации голеностопного сустава

К сожалению, по данной тематике было найдено мало информации. В двух статьях 2020 и 2021 гг. рассмотрен вариант комбинированного лечения данной патологии [38, 42]. В исследовании N.K. Patel et al. выявлено, что использование комбинированных методов существенно снижает риск боковой трансляции при плантофлексии, итогом этого снижения являются послеоперационные результаты, сравнимые с интактным суставом [42]. В исследовании G.B. Kim, C.H. Park проведен анализ использования комбинированных методов при переломах лодыжки типа C по классификации Вебера, которое значительно улучшило отдаленные результаты, а также снизило частоту нежелательных явлений, в группе комбинированных методов также выявлено снижение риска мальредукции голеностопного сустава [38]. В исследовании N. Mercan, A. Yildirim показано, что напряжение, возникающее в зоне имплантата при стресс-тестах, ниже при использовании комбинированных методов не менее чем на 15 % по сравнению с другими методами, что связано с распределением нагрузки между двумя независимыми системами фиксации [52].

Новые хирургические методы лечения нестабильности голеностопного сустава

За прошедшие годы усовершенствованы хирургические методы фиксации дистального синдесмоза, что привело к улучшению результатов и снижению числа осложнений. Одной из новых методик является фиксация с помощью тугого троса, которая предполагает использование синтетической связки

для стабилизации голеностопного сустава. Эта техника показала многообещающие результаты с точки зрения улучшения функциональных исходов и снижения осложнений по сравнению с традиционной винтовой фиксацией. Еще одна новая техника – использование 3D-печатных имплантатов для фиксации дистального синдесмоза. Эти имплантаты изготавливают на заказ в соответствии с уникальной анатомией каждого пациента, что приводит к улучшению стабильности и снижению риска осложнений, связанных с имплантатами. Z. Jia, J. Cheng, H. Zhong в своем исследовании применили новую методику с использованием изотонической аннулярной фиксации. Данная методика лишена недостатков в отличие от шовно-пуговичного и винтового метода, восстанавливает нормальную кинетику сустава, а также резистентность к нагрузке в области сустава. Также эта методика сопряжена с низким риском поломки импланта, не требует рутинного удаления и позволяет использовать нагрузочные методы реабилитации в раннем послеоперационном периоде [26]. В целом, исследование позволило сделать вывод, что все три хирургические методики эффективны при лечении переломов лодыжек с повреждением синдесмоза, но каждая методика имеет свои преимущества, связанные с особенностью оперативной техники, вида импланта, и недостатки из-за особенностей осложнений, отдаленных результатов и показаний к применению. Учитывая скорость реабилитации и возможность применения ранней нагрузки на поврежденную конечность, стоит отдать предпочтение динамическим и комбинированным методам фиксации синдесмоза. Также стоит отметить, что тактикой выбора у пожилых пациентов является статический метод, так как данный метод сопряжен с низким риском хронической нестабильности сустава, отсутствием необходимости в реабилитации и ранней нагрузке на сустав и отсутствием разницы в отдаленном периоде. В случае пациентов молодых возрастных групп предпочтение следует отдать комбинированным методам лечения, как методам с возможностью ранней реабилитации и ранним сроком восстановления работоспособности. Также стоит обратить внимание на инновационные методы хирургической фиксации как перспективные, которые в дальнейшем могут стать новыми стандартами лечения данной патологии. Хирурги должны тщательно учитывать индивидуальные потребности пациента и степень повреждения при выборе наиболее подходящей хирургической техники.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение различных видов хирургического лечения переломов лодыжек с повреждением синдесмоза является важной темой в области ортопедии, поскольку выбор наиболее подходящей хирургической техники может оказать значительное влияние на результаты лечения пациента. В данном исследовании проведено сравнение открытой редукции и внутренней фиксации (ОРИФ) с использованием винтов, ОРИФ с фиксацией шовной пуговицей и ОРИФ с комбинацией винтов и шовной пуговичной фиксации. Также рассмотрены новые методики, которые еще не вошли в рутинную практику.

На схожую тему проведено множество исследований, сравнивающих тот или иной способ хирургического лечения. В мета-анализе K. Xu, J. Zhang сравнивали пуговично-шовный метод и метод синдесмозного винта. В результате были сделаны выводы, что при использовании данных методов не было статистически значимых различий в отдаленных результатах ни при радиологических исследованиях, ни в клинических показателях, однако шовно-пуговичный метод был ассоциирован с низким риском повреждения кости в зоне локализации импланта, поломки импланта и снижением риска мальредукции. И также стоит отметить, что, хотя разница в отдаленных результатах была статистически незначима, продолжительность периода реабилитации была меньше в группе шовно-пуговичного метода [29]. Схожие результаты получены в мета-анализе N. Ramadanov, S. Bueschges, D. Dimitrov, где они также сравнивали пуговично-шовный метод и синдесмозный винт для фиксации синдесмоза голеностопного сустава, хотя в данном мета-анализе более подробно рассмотрены сроки реабилитации и риски возникновения осложнений в послеоперационном периоде. Выяснено, что отдаленные результаты при оценке по шкале Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава через 6 месяцев были равноценными, тогда как наблюдение через 12 месяцев показало преимущество шовно-пуговичного метода, но, в конечном итоге, через 24 месяца наблюдения не было существенной разницы в результатах лечения. При анализе послеоперационных осложнений был сделан вывод, что использование шовно-пуговичного метода снижает риск поломки имплантата, повреждения кости в зоне установки имплантата, мальредукции сустава и повторных операций. Это является очередным подтверждением преимущества использования динамических методов фиксации синдесмоза [33]. В мета-анализе X. Fan, P. Zheng изучены отдаленные результаты и осложнения. В данном обзоре не описана статистически значимая разница в послеоперационных осложнениях и отдаленных результатах. Единственным достоверным отличием была частота удаления синдесмозного винта [32]. В своем исследовании A. Grassi, K. Samuelsson обнаружили достоверные признаки снижения риска осложнений на 24 % по сравнению со статическими методами фиксации, риска имплант-ассоциированных осложнений на 25 %, лучшие отдаленные результаты по шкалам AOFAS, больший объем движения в суставе и эффективность ранней рабочей реабилитации [22]. В систематическом обзоре P. Zhang, Y. Liang также не отмечено существенной

разницы в долгосрочных результатах, но подтверждено преимущество динамического метода в снижении риска послеоперационных осложнений, отсутствии необходимости удаления металлоконструкции, низкой стоимости, низком риске мальредукции синдесмоза [25]. J.N. Altmeppen et al. в проспективном исследовании изучали результаты хирургической фиксации дистального синдесмоза в течение 10 лет на базе одной клиники. В ходе исследования показано, что отдаленные результаты применения различных методов фиксации не имеют разницы, но также выявлено, что срок рабочей реабилитации не отличался и составлял 10 недель независимо от вида хирургического лечения [27]. Также есть множество исследований, затрагивающих проблематику необходимости фиксации дистального синдесмоза и рутинного установления металлоконструкций. В статье J. Litrenta et al. изучено влияние повреждения дистального синдесмоза на отдаленные результаты. В ходе исследования выяснено, что, хотя результаты лечения пациентов без повреждения синдесмоза были лучше, чем у группы с наличием повреждения дистального тибιοфибулярного сочленения, разница была едва выше статистического порога [21]. Также в статье N. Corte-Real, J. Caetano отмечена главная роль дистального синдесмоза в стабилизации голеностопного сустава [16]. В ретроспективном когортном исследовании C.C. Wu et al. также подтвердили необходимость фиксации дистального синдесмоза для снижения риска хронической нестабильности и сокращения сроков реабилитации пациентов [53]. M.F. Mak, Ri. Stern в своей статье рассмотрели возможность применения анатомического подхода в восстановлении дистального тибιοфибулярного сочленения, что показало перспективные результаты, сравнимые по показателям с внутрикостальными методами фиксации [28]. Ф.А. Гафуров в своем исследовании также пришел к выводу о необходимости хирургической фиксации дистального синдесмоза [54].

Также diskutabelным вопросом является эффективность ранней послеоперационной нагрузки на поврежденный сустав. В мета-анализе R. Khojaly, F.E. Rowan выявлено, что хороший функциональный результат ранней нагрузки на сустав наблюдался исключительно в период до 6 недель, тогда как результаты через 6 и 12 месяцев после хирургического лечения были незначительными [55]. K.A. Kingston, Y. Lin в своем ретроспективном исследовании показали существенное улучшение качества жизни пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава более чем на 70 % [56]. В.А. Селиванов, М.О. Жумагулов использовали артроскопический метод восстановления синдесмоза при интактности задней нижней тибιοфибулярной связки, метод обеспечивал возможность ранней нагрузки на сустав, низкий риск осложнений [57]. Исследование, проведенное S.-K. Lim, Y.-Ch. Но, доказало, что отдаленные результаты восстановления связочного аппарата были несколько хуже, чем при рутинной фиксации дистального сочленения с помощью различных методов хирургической коррекции при его нестабильности [58].

Каждое десятилетие появляются современные методы фиксации дистального синдесмоза, одним из таких методов является метод изотонической аннулярной фиксации, предложенный Zh. Jia, J. Cheng, H. Zhong. Данный метод схож в результатах с комбинированными методами фиксации, прост в установке, сопряжен с низким риском послеоперационных осложнений в сравнении с другими методами оперативного лечения нестабильности голеностопного сустава [26].

Использование в приоритете только одной хирургической тактики в лечении данной патологии будет неправильным решением. Учитывая механизм травмы, временной промежуток с наибольшим риском возникновения данной патологии, а также сопутствующими факторами, такими как тип перелома по классификации Вебера, индекс массы тела, возраст, а также наличие остеопороза, использование каждой методики значительно ограничено.

Выбор хирургической техники должен основываться на нескольких факторах, включая тяжесть травмы, возрастную группу пациента, опыт и предпочтения хирурга. Например, молодым пациентам с более тяжелыми травмами может быть полезно проведение ОРИФ с комбинацией винтов и шовной фиксации пуговицами, в то время как пожилым пациентам с менее тяжелыми травмами лучше проводить ОРИФ с использованием только винтов. Спортсменам же для ранней реабилитации следует выбирать комбинированную методику с использованием синдесмозного винта и шовно-пуговичного метода.

Одним из ограничений исследования является относительно небольшой размер выборки данных, их относительно низкое качество, что может ограничить обобщаемость полученных результатов. Для подтверждения этих результатов необходимы исследования с уровнем доказательности 1-3, с большим количеством пациентов и более длительным периодом наблюдения.

Выбор хирургической техники при переломах лодыжек с повреждением синдесмоза должен быть индивидуальным, исходя из потребностей пациента и степени повреждения. Все три хирургические техники, сравниваемые в данном исследовании, эффективны для достижения хороших функциональных результатов, но каждая техника имеет свои преимущества и недостатки с точки зрения частоты осложнений. Хирурги должны тщательно учитывать эти факторы при выборе наиболее подходящей хирургической техники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическое лечение разрывов дистального синдесмоза, ассоциированных с переломами лодыжек, является сложным и многоэтапным процессом, который требует выбора наиболее оптимального метода фиксации. В настоящее время применяются различные методы статической фиксации, такие как использование винтов и пластин, а также более новый подход – динамическая фиксация. Динамическая фиксация основана на использовании гибких устройств, которые обеспечивают определенную степень подвижности и гибкости в процессе заживления, в отличие от статической фиксации, при которой сустав иммобилизируют жесткими устройствами.

Преимущества динамической фиксации заключаются в том, что она позволяет сохранить нормальный диапазон движения голеностопного сустава во время процесса заживления, что может улучшить функциональные результаты и снизить риск послеоперационной скованности и боли. Она также может снизить риск послеоперационных осложнений, таких как поломка или ослабление винта, а также расширение суставной щели или нестабильность сустава во время заживления.

Динамическая фиксация подходит не всем пациентам. Выбор метода фиксации зависит от тяжести и локализации перелома, а также от индивидуальных особенностей и предпочтений пациента. Поэтому важно тщательно оценивать каждый случай и выбирать наиболее оптимальный метод фиксации.

В целом, динамическая фиксация и комбинированные методы фиксации представляют перспективный подход к лечению разрывов дистального синдесмоза, который может улучшить результаты лечения пациентов и снизить количество осложнений. Необходимо проведение дополнительных исследований для полной оценки эффективности и безопасности этих методов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Этическая экспертиза. Не применимо.

Информированное согласие. Не применимо.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Hermans JJ, Beumer A, de Jong TA, Kleinrensink GJ. Anatomy of the distal tibiofibular syndesmosis in adults: a pictorial essay with a multimodality approach. *J Anat.* 2010;217(6):633-645. doi: 10.1111/j.1469-7580.2010.01302.x
- Yammine K, Jalloul M, Assi C. Distal tibiofibular syndesmosis: A meta-analysis of cadaveric studies. *Morphologie.* 2022;106(355):241-251. doi: 10.1016/j.morpho.2021.10.004
- Bilge O, Dündar ZD, Atılgan N, et al. The epidemiology of adult fractures according to the AO/OTA fracture classification. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2022;28(2):209-216. doi: 10.14744/tjtes.2020.26374
- van Zuuren WJ, Schepers T, Beumer A, Sierevelt I, van Noort A, van den Bekerom MPJ. Acute syndesmotic instability in ankle fractures: A review. *Foot Ankle Surg.* 2017;23(3):135-141. doi: 10.1016/j.fas.2016.04.001
- Zhang YW, Rui YF. A systematic review of the "Logsplitter" injury: how much do we know? *Injury.* 2021;52(3):358-365. doi: 10.1016/j.injury.2020.11.043
- Ibrahim IO, Velasco BT, Ye MY, et al. Syndesmotic screw breakage may be more problematic than previously reported: increased rates of hardware removal secondary to pain with Intraosseous screw breakage. *Foot Ankle Spec.* 2022;15(1):27-35. doi: 10.1177/1938640020932049
- Vander Maten JW, McCracken M, Liu J, Ebraheim NA. Syndesmosis screw breakage: An analysis of multiple breakage locations. *J Orthop.* 2022 22;29:38-43. doi: 10.1016/j.jor.2022.01.004
- Li JK, Yu Y, Wu YH, et al. Does the level of syndesmotic screw insertion affect clinical outcome after ankle fractures with syndesmotic instability? *Orthop Surg.* 2023;15(1):247-255. doi: 10.1111/os.13569
- Cornu O, Manon J, Tribak K, Putineanu D. Traumatic injuries of the distal tibiofibular syndesmosis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021;107(1S):102778. doi: 10.1016/j.otsr.2020.102778
- Bible JE, Sivasubramaniam PG, Jahangir AA, et al. High-energy transsyndesmotic ankle fracture dislocation - the "Logsplitter" injury. *J Orthop Trauma.* 2014;28(4):200-204. doi: 10.1097/01.bot.0000435605.83497.53
- Gruenewald LD, Leitner DH, Koch V, et al. Diagnostic value of DECT-based collagen mapping for assessing the distal tibiofibular syndesmosis in patients with acute trauma. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(3):533. doi: 10.3390/diagnostics13030533
- Alvarez-López A, Valdebenito-Aceitón V, Soto-Carrasco SR. Tibioperoneal syndesmosis: diagnosis, fixation methods and arthroscopy. *Revista Información Científica.* 2023;102:4087. (In Span.) doi: 10.5281/zenodo.7768163
- Rammelt S, Obruba P. An update on the evaluation and treatment of syndesmotic injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015;41(6):601-614. doi: 10.1007/s00068-014-0466-8
- Lou Z, Wang Z, Liu C, Tang X. Outcomes of tibial pilon fracture fixation based on four-column theory. *Injury.* 2023;54 Suppl 2:S36-S42. doi: 10.1016/j.injury.2022.08.017
- Rydberg EM, Wennergren D, Stigevall C, et al. Epidemiology of more than 50,000 ankle fractures in the Swedish Fracture Register during a period of 10 years. *J Orthop Surg Res.* 2023;18(1):79. doi: 10.1186/s13018-023-03558-2
- Corte-Real N, Caetano J. Ankle and syndesmosis instability: consensus and controversies. *EFORT Open Rev.* 2021;6(6):420-431. doi: 10.1302/2058-5241.6.210017
- Cogan C, Liu T, Toogood P. An assessment of normal tibiofibular anatomy on lateral fluoroscopy. *Foot Ankle Int.* 2020;41(7):866-869. doi: 10.1177/1071100720917639

18. Carrozzo M, Vicenti G, Pesce V, et al. Beyond the pillars of the ankle: A prospective randomized CT analysis of syndesmosis' injuries in Weber B and C type fractures. *Injury*. 2018;49 Suppl 3:S54-S60. doi: 10.1016/j.injury.2018.10.005
19. Kaiser PB, Bejarano-Pineda L, Kwon JY, et al. The syndesmosis, Part II: Surgical treatment strategies. *Orthop Clin North Am*. 2021;52(4):417-432. doi: 10.1016/j.ocl.2021.05.011
20. Dean DM, Ho BS, Lin A, et al. Predictors of patient-reported function and pain outcomes in operative ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2017;38(5):496-501. doi: 10.1177/1071100716688176
21. Litrenta J, Saper D, Tornetta P 3rd, et al. Does syndesmotic injury have a negative effect on functional outcome? A multicenter prospective evaluation. *J Orthop Trauma*. 2015;29(9):410-413. doi: 10.1097/BOT.0000000000000295
22. Grassi A, Samuelsson K, D'Hooghe P, et al. Dynamic stabilization of syndesmosis injuries reduces complications and reoperations as compared with screw fixation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Sports Med*. 2020;48(4):1000-1013. doi: 10.1177/0363546519849909
23. Regauer M, Mackay G, Nelson O, Böcker W, Ehrnthaller C. Evidence-based surgical treatment algorithm for unstable syndesmotic injuries. *J Clin Med*. 2022;11(2):331. doi: 10.3390/jcm11020331
24. Elabd A, Abdullah S, Kandel W, Hegazy M. Syndesmotic stabilization: syndesmotic screw versus flexible fixation: a systematic review. *J Foot Ankle Surg*. 2021;60(5):998-1007. doi: 10.1053/j.jfas.2020.09.021
25. Zhang P, Liang Y, He J, et al. A systematic review of suture-button versus syndesmotic screw in the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):286. doi: 10.1186/s12891-017-1645-7
26. Jia Z, Cheng J, Zhong H, et al. Titanium cable isotonic annular fixation system for the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury. *Am J Transl Res*. 2019;11(8):4967-4975.
27. Altmeyen JN, Colcuc C, Balser C, et al. A 10-year follow-up of ankle syndesmotic injuries: prospective comparison of knotless suture-button fixation and syndesmotic screw fixation. *J Clin Med*. 2022;11(9):2524. doi: 10.3390/jcm11092524
28. Mak MF, Stern R, Assal M. Repair of syndesmosis injury in ankle fractures: Current state of the art. *EFORT Open Rev*. 2018;3(1):24-29. doi: 10.1302/2058-5241.3.170017
29. Xu K, Zhang J, Zhang P, et al. Comparison of suture-button versus syndesmotic screw in the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury: a meta-analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2021;60(3):555-566. doi: 10.1053/j.jfas.2020.08.005
30. Schulte SS, Oplinger SL, Graver HR, et al. Suture button versus screw fixation for distal tibiofibular injury and expected value decision analysis. *Cureus*. 2021;13(11):e19890. doi: 10.7759/cureus.19890
31. Lurie BM, Paez CJ, Howitt SR, Pennock AT. Suture-button versus screw fixation in adolescent syndesmotic injuries: functional outcomes and maintenance of reduction. *J Pediatr Orthop*. 2021;41(6):e427-e432. doi: 10.1097/BPO.0000000000001803
32. Fan X, Zheng P, Zhang YY, Hou ZT. Dynamic fixation versus static fixation in treatment effectiveness and safety for distal tibiofibular syndesmosis injuries: a systematic review and meta-analysis. *Orthop Surg*. 2019;11(6):923-931. doi: 10.1111/os.12523
33. Ramadanov N, Bueschges S, Dimitrov D. Comparison of outcomes between suture button technique and screw fixation technique in patients with acute syndesmotic diastasis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Foot Ankle Orthop*. 2021;6(4):24730114211061405. doi: 10.1177/24730114211061405
34. Pogliacomi F, De Filippo M, Casalini D, et al. Acute syndesmotic injuries in ankle fractures: From diagnosis to treatment and current concepts. *World J Orthop*. 2021;12(5):270-291. doi: 10.5312/wjo.v12.i5.270
35. Кодиркулов Ж.Ш., Жаматов А.К., Гафуров Ф.А., Ярматов Э.И. Современное представление вопроса лечения больных с повреждением межберцового синдесмоза. *Scientific Progress*. 2021;2(7):944-951.
36. Hosin S, Vermesan D, Prebeanu R, et al. Avoiding the removal of syndesmotic screws after distal tibiofibular diastasis repair: a benefit or a drawback? *J Clin Med*. 2022;11(21):6412. doi: 10.3390/jcm11216412
37. Saad BN, Rampertaap Y, Menken LG, et al. Direct versus indirect posterior malleolar fixation in the treatment of trimalleolar ankle fractures: Is there a difference in outcomes? *OTA Int*. 2022;5(4):e219. doi: 10.1097/OI9.0000000000000219
38. Kim GB, Park CH. Hybrid fixation for Danis-Weber type C fractures with syndesmosis injury. *Foot Ankle Int*. 2021;42(2):137-144. doi: 10.1177/1071100720964799
39. Bartoniček J, Rammelt S, Tuček M. Maisonneuve fractures of the ankle: a critical analysis review. *JBJS Rev*. 2022;10(2). doi: 10.2106/JBJS.RVW.21.00160
40. Harris MC, Lause G, Unangst A, et al. Prospective results of the modified glide path technique for improved syndesmotic reduction during ankle fracture fixation. *Foot Ankle Int*. 2022;43(7):923-927. doi: 10.1177/10711007221081868
41. Çağlar C, Akçaalan S, Akkaya M. Anatomically fixed posterior malleolar fractures in syndesmosis injuries without transsyndesmotic screw fixation. *Foot Ankle Int*. 2022;43(4):486-494. doi: 10.1177/10711007211060067
42. Patel NK, Chan C, Murphy CI, et al. Hybrid fixation restores tibiofibular kinematics for early weightbearing after syndesmotic injury. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(9):2325967120946744. doi: 10.1177/2325967120946744
43. Sanders FRK, Birnie MF, Dingemans SA, et al. Functional outcome of routine versus on-demand removal of the syndesmotic screw: a multicentre randomized controlled trial. *Bone Joint J*. 2021;103-B(11):1709-1716. doi: 10.1302/0301-620X.103B11.BJJ-2021-0348.R2
44. Gennis E, Koenig S, Rodericks D, et al. The fate of the fixed syndesmosis over time. *Foot Ankle Int*. 2015;36(10):1202-1208. doi: 10.1177/1071100715588186
45. Hennings R, Fuchs C, Spiegl UJ, et al. "Flexible nature of fixation" in syndesmotic stabilization of the inferior tibiofibular joint affects the radiological reduction outcome. *Int Orthop*. 2022;46(11):2649-2657. doi: 10.1007/s00264-022-05550-7
46. Dingemans SA, Rammelt S, White TO, et al. Should syndesmotic screws be removed after surgical fixation of unstable ankle fractures? a systematic review. *Bone Joint J*. 2016;98-B(11):1497-1504. doi: 10.1302/0301-620X.98B11.BJJ-2016-0202.R1
47. Pfeifer CG, Grechenig S, Frankewycz B, et al. Analysis of 213 currently used rehabilitation protocols in foot and ankle fractures. *Injury*. 2015;46 Suppl 4:S51-S57. doi: 10.1016/S0020-1383(15)30018-8
48. Futamura K, Baba T, Mogami A, et al. Malreduction of syndesmosis injury associated with malleolar ankle fracture can be avoided using Weber's three indexes in the mortise view. *Injury*. 2017;48(4):954-959. doi: 10.1016/j.injury.2017.02.004
49. Lampridis V, Gougoulis N, Sakellariou A. Stability in ankle fractures: Diagnosis and treatment. *EFORT Open Rev*. 2018;3(5):294-303. doi: 10.1302/2058-5241.3.170057

50. van den Heuvel SB, Dingemans SA, Gardenbroek TJ, Schepers T. Assessing quality of syndesmotic reduction in surgically treated acute syndesmotic injuries: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2019;58(1):144-150. doi: 10.1053/j.jfas.2018.08.038
51. Cehic MG, Jaarsma R, Whitehorn A. Effectiveness of suture button fixation versus screw fixation for the management of acute distal tibiofibular syndesmotic injuries: a systematic review protocol. *JBI Evid Synth.* 2023;21(5):977-984. doi: 10.11124/JBIES-22-00219
52. Mercan N, Yildirim A, Dere Y. Biomechanical analysis of tibiofibular syndesmosis injury fixation methods: a finite element analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2023;62(1):107-114. doi: 10.1053/j.jfas.2022.05.007
53. Wu CC, Yeh WL, Lee PC, et al. Should diastatic syndesmosis be stabilized in advanced pronation-external rotation ankle injuries? A retrospective cohort comparison. *Orthop Surg.* 2022;14(7):1447-1456. doi: 10.1111/os.13331
54. Гафуров Ф.А. Опыт хирургического лечения при разрывах связок дистального межберцового синдесмоза. *Вестник науки и образования.* 2020;(18):78-80.
55. Khojaly R, Rowan FE, Hassan M, et al. Weight-bearing allowed following internal fixation of ankle fractures, a systematic literature review and meta-analysis. *Foot Ankle Int.* 2022;43(9):1143-1156. doi: 10.1177/10711007221102142
56. Kingston KA, Lin Y, Bradley AT, et al. Salvage of chronic syndesmosis instability: a retrospective review with mid-term follow-up. *J Foot Ankle Surg.* 2023;62(2):210-217. doi: 10.1053/j.jfas.2022.06.010
57. Селиванов В.А., Жумагулов М.О., Омирзак Э.Дж. и др. Артроскопическое восстановление разрыва дистального межберцового синдесмоза. *Вестник КазНМУ.* 2016;(3):295-300.
58. Lim SK, Ho YC, Ling SK, Yung PS. Functional outcome of fusion versus ligament reconstruction in patients with a syndesmosis injury: A narrative review. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2021;25:53-59. doi: 10.1016/j.asmart.2021.05.002

Статья поступила 25.04.2023; одобрена после рецензирования 27.04.2023; принята к публикации 01.12.2023.

The article was submitted 25.04.2023; approved after reviewing 27.04.2023; accepted for publication 01.12.2023.

Информация об авторах:

Фаррух Абуалиевич Гафуров – ассистент кафедры;

Искандар Юнусович Ходжанов – доктор медицинских наук, профессор, руководитель клиники, <https://orcid.org/0000-0001-9420-3623>;

Джалолдин Шамсидинович Мансуров – кандидат медицинских наук, заведующий кафедрой, jalolmedic511@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1799-641X>;

Шерзод Нуралиевич Эранов – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры, <https://orcid.org/0000-0001-6544-5375>.

Information about the authors:

Farrukh A. Gafurov – assistant of the department;

Iskandar Yu. Khodzhanov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Clinic, <https://orcid.org/0000-0001-9420-3623>;

Djalolidin Sh. Mansurov – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department, jalolmedic511@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1799-641X>;

Sherzod N. Eranov – Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department, <https://orcid.org/0000-0001-6544-5375>.

Вклад авторов:

Гафуров Ф.А. – концептуализация, валидация, исследование, обработка данных, написание – первоначальный вариант.

Ходжанов И.Ю. – методология, контроль.

Мансуров Д.Ш. – написание – первоначальный вариант и окончательный вариант, формальный анализ, управление проектом.

Эранов Ш.Н. – написание – первоначальный вариант, визуализация.