

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 1. С. 141-149.
Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 1. P. 141-149.

Обзорная статья

УДК [616.718.56/.66+616.75]-001.5-089(048.8)

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-141-149>

Повреждение дистального межберцового синдесмоза, пути улучшения результатов лечения (обзор литературы)

Д.А. Никифоров^{1✉}, М.А. Панин^{2,3}, В.Г. Процко^{2,4}, Р.Д. Боргут^{2,5}, Р.Н. Алиев^{2,6}

¹ Клиника ЗАО МЦК, Москва, Россия

² Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

³ Городская клиническая больница № 17, Москва, Россия

⁴ Городская клиническая больница № 7, Москва, Россия

⁵ Клиника К + 31, Москва, Россия

⁶ Городская клиническая больница № 31, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Дмитрий Александрович Никифоров, nikiforovmd@gmail.com

Аннотация

Введение. Лечение пациентов с повреждениями дистального межберцового синдесмоза (ДМБС) до настоящего времени остаётся одной из самых дискуссионных тем в хирургии стопы и голеностопного сустава. Переломы лодыжек с повреждением дистального межберцового синдесмоза сопровождаются значительно худшими результатами. Однозначного мнения об алгоритме диагностики и лечения таких повреждений до настоящего времени не существует. **Цель.** Путём анализа современной мировой литературы обобщить данные относительно методов диагностики и лечения повреждений дистального межберцового синдесмоза, как изолированных, так и в комплексе с переломами лодыжек. **Материалы и методы.** При подготовке обзора были использованы электронные базы данных elibrary, PubMed, ResearchGate. Глубина поиска составила 30 лет. После предварительного сбора информации все низкорелевантные источники были исключены. Предпочтение отдавалось исследованиям типа мета-анализ, рандомизированным контролируемым исследованиям, систематическим обзорам, кадаверным биомеханическим исследованиям. **Результаты.** Для фиксации ДМБС могут использоваться винты и шовные пуговицы, выполняться остеосинтез переломов Вольмана, Шапуга и Вагстаффа, которые являются чрескостными повреждениями ДМБС. Для рентгенологической оценки качества устранения смещения может использоваться рентгенография, МСКТ, МРТ и артроскопия. Частичные повреждения ДМБС, если они выявлены своевременно, могут лечиться консервативно, с переходом к хирургической стабилизации при наличии признаков сохраняющейся нестабильности. **Обсуждение.** Большинство исследований указывает на крайне низкое диагностическое значение обычной рентгенографии в диагностике повреждений ДМБС. Исследователи рекомендуют проводить билатеральную МСКТ, а в случаях частичных изолированных повреждений – МРТ голеностопного сустава. В случае сопутствующих повреждений малоберцовой вырезки большеберцовой кости многие авторы рекомендуют восстановление её целостности до принятия решения о транссиндесмозной фиксации. Открытое устранение смещения в ДМБС сопровождается меньшим риском мальпозиции и мальредукции малоберцовой кости. Для транссиндесмозной фиксации предпочтительнее использовать шовные пуговицы. Удаление позиционных винтов не влияет на функциональный результат лечения. В случае повреждения ДМБС на фоне нейропатии используется более стабильный остеосинтез.

Ключевые слова: межберцовый синдесмоз, разрыв дистального межберцового синдесмоза, трёхлодыжечный перелом, позиционный винт, шовная пуговица, перелом заднего края, треугольник Фолькмана

Для цитирования: Повреждение дистального межберцового синдесмоза, пути улучшения результатов лечения (обзор литературы) / Д.А. Никифоров, М.А. Панин, В.Г. Процко, Р.Д. Боргут, Р.Н. Алиев // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 1. С. 141-149. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-141-149>

Review article

Injury to the distal tibiofibular syndesmosis, ways to improve treatment results (literature review)

D.A. Nikiforov^{1✉}, M.A. Panin^{2,3}, V.G. Protsko^{2,4}, R.D. Borgut^{2,5}, R.N. Aliev^{2,6}

¹ Clinic JSC MCK, Moscow, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

³ City Clinical Hospital No. 17, Moscow, Russian Federation

⁴ City Clinical Hospital No. 7, Moscow, Russian Federation

⁵ Clinical K + 31, Moscow, Russian Federation

⁶ City Clinical Hospital No. 31, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Dmitry A. Nikiforov, nikiforovmd@gmail.com

Abstract

Introduction Treatment of patients with distal tibiofibular syndesmosis (DTFS) ruptures remains controversial. Ankle fractures accompanied by syndesmosis rupture are associated with worse outcomes. There is no diagnosis and treatment algorithm for such injuries to date. **The objective** was to summarize the data on diagnosis and treatment of syndesmosis injury alone and in combination with ankle fractures through world literature review. **Material and methods** A systematic literature search was undertaken using elibrary, PubMed, ResearchGate databases with articles dated 1990 and later. The search depth was 30 years. With preliminary information collected low-relevant articles were excluded. Meta-analysis studies, randomized controlled trials, systematic reviews, cadaveric biomechanical studies were reviewed. **Results** Screws and suture buttons can be used to fix DTFS, and Volkmann, Shaput and Wagstaff fractures being transosseous injuries to DTFS can be repaired with osteosynthesis. Imaging evaluation of reduction can be produced with radiography, MSCT, MRI and arthroscopy. Partial injuries to the DTFS, if timely detected, can be treated conservatively with transition to surgical stabilization if signs of instability persist. **Discussion** Conventional radiography has very low diagnostic value for DTFS injury. Bilateral MSCT is recommended for assessment of a syndesmosis injury and MRI of the ankle joint is practical for partial isolated injuries. Concomitant injuries of the fibular notch of the tibia are recommended to address first prior to transsyndesmosis fixation. Open reduction of displaced DTFS is accompanied by a lower risk of fibular malposition and malreduction. Suture buttons are practical for transsyndesmosis fixation. Removal of positional screws does not affect the functional result of treatment. More stable osteosynthesis would be needed for DTFS injury in neuropathy.

Keywords: tibio-fibular syndesmosis, distal tibio-fibular syndesmosis rupture, trimalleolar fracture, positional screw, suture button, posterior malleolus fracture, Folkman triangle

For citation: Nikiforov D.A. Panin M.A. Protsko V.G. Borgut R.D. Aliev R.N. Injury to the distal tibiofibular syndesmosis, ways to improve treatment results (literature review). *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 1, pp. 141-149. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-141-149>

ВВЕДЕНИЕ

Около 1 % всей взрослой человеческой популяции страдает от артроза голеностопного сустава. На посттравматические артрозы приходится 78 % артрозов голеностопного сустава, подавляющая часть из которых развивается именно после трехлодыжечных переломов [1, 2].

К основным причинам развития посттравматического артроза голеностопного сустава относят непосредственное повреждение суставного хряща в момент травмы, хроническое увеличение контактной нагрузки из-за нарушения конгруэнтности и увеличение пиковых нагрузок из-за нестабильности сустава [3–6]. Восстановление нормальной анатомии необходимо для восстановления конгруэнтности, а фиксация синдесмоза – для решения проблемы нестабильности. При этом необходимо понимать, что осевая нагрузка в нейтральном положении не в полной мере отражает степень изменения пиковых нагрузок на суставной хрящ в условиях нестабильности. Так, в кадаверном исследовании было показано, что осевая нагрузка в 300 N при наличии 3 мм ступеньки 50 % площади на суставной поверхности голеностопного сустава увеличивала пиковые нагрузки только на 50 %, а при приложении силы в 20 N в передне-заднем направлении (имитация ходьбы) пиковые нагрузки возрастали на 800 % [7]. При оценке долгосрочных результатов лечения переломов лодыжек ведущее значение имеет адекватное устранение смещения на уровне ДМБС и стабильность фиксации [8]. При этом частота ошибок устранения смещения в ДМБС по данным послеоперационных МСКТ составляет от 16 до 52 % случаев [8, 9, 10]. Количество ошибок и осложнений может определяться типом перелома лодыжек (В или С по АО классификации), наличием

перелома задней лодыжки, переломовывиха, используемой хирургической техники (наружный доступ и закрытое устранение, заднелатеральный доступ и открытое устранение), типом примененных фиксаторов (один или два трёхкортикальных и четырёхкортикальных винта или одна – две пуговицы) [11, 12].

В существующих исследованиях, посвящённых проблеме повреждения ДМБС, предлагается несколько путей улучшения результатов лечения данной категории больных. Это адекватная диагностика, прежде всего использование МСКТ при любом подозрении на повреждение ДМБС, и восстановление нормальной анатомии малоберцовой вырезки во всех случаях, когда это представляется возможным, а также использование пуговчатых фиксаторов, снижающих риск как мальредукции, так и поломки металлофиксаторов, а, следовательно, утраты репозиции.

Четкие критерии мальредукции, так же как и группы сравнения, крайне важны для адекватной оценки результатов лечения. Так, одни и те же рентгенограммы или данные МСКТ могут быть трактованы рентгенологами по-разному, в зависимости от того, какие критерии оценки ими используются как нормальные. В настоящее время стандартом послеоперационной оценки корректности репозиции и стабильности фиксации ДМБС становится билатеральная МСКТ.

Цель – путём анализа современной мировой литературы обобщить данные относительно методов диагностики и лечения повреждений дистального межберцового синдесмоза, как изолированных, так и в комплексе с переломами лодыжек.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами был произведён систематический анализ литературных источников в базах данных elibrary, PubMed, ResearchGate. Глубина поиска составила 30 лет. Предпочтение отдавалось исследованиям типа: рандомизированное контролируемое исследование, систематические обзоры, кадаверные биомеханические исследования, экспериментальные исследования, серии случаев, когортные исследования.

Для поиска использовались следующие ключевые запросы: distal syndesmosis rupture, posterior malleolus, trimalleolar fracture, syndesmosis screw, syndesmosis fixation, syndesmosis malreduction, posttraumatic arthritis of the ankle, syndesmosis sprain, anatomy of distal tibiofibular syndesmosis, suture button, + randomized trial, + cohort trial, + diagnosis, + management.

Нами было проанализировано 168 статей, из которых были исключены исследования, датированные до 1990 года, исследования типа «серия случаев», включающие менее 10 пациентов, когортные исследования с периодом наблюдения менее 1 года, исследования, включающие исключительно консервативный подход к лечению.

РЕЗУЛЬТАТЫ

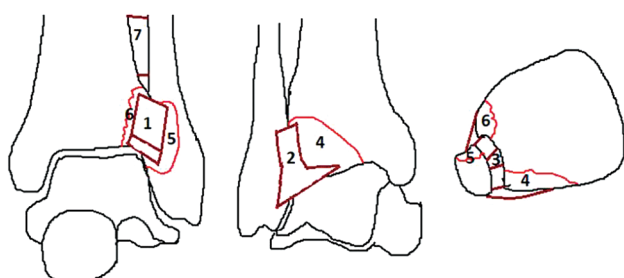
Анатомия

Большеберцовая и малоберцовая кости надёжно соединены между собой элементами дистального межберцового синдесмоза. Он состоит из 4-х основных элементов:

передней и задней нижних межберцовых связок, межкостной связки и в более проксимальной части – межкостной мембраны. Такое строение межберцового синдесмоза обеспечивает высокую степень стабильности и

одновременно позволяет малоберцовой кости двигаться в вырезке большеберцовой кости в передне-заднем направлении и ротировать кнаружи, при этом суммарная амплитуда движения не превышает 2 мм. Несмотря на малую амплитуду, возможность такого движения крайне важна, так как таранная кость, хоть и имеет полуцилиндрическую форму, но её передняя часть более широкая чем задняя, и при тыльном сгибании в голеностопном суставе малоберцовая кость должна освобождать как раз те самые 2 мм, для того, чтобы это движение было возможно.

К повреждениям синдесмоза можно отнести как разрывы всех или нескольких из перечисленных связочных элементов, так и переломы, включающие в себя точки их прикрепления – перелом задней лодыжки или перелом Volkman, а также перелом Chaput и перелом Vagstaffe (рис. 1).



- 1 – передняя нижняя большеберцово-малоберцовая связка
- 2 – задняя нижняя большеберцово-малоберцовая связка
- 3 – межкостная связка
- 4 – Volkman
- 5 – Vagstaffe
- 6 – Chaput
- 7 – межкостная мембрана

Рис. 1. Костные и связочные структуры, образующие дистальный межберцовый синдесмоз

Биомеханика

В норме ДМБС обеспечивает высокую степень стабильности голеностопного сустава, обеспечивая при этом значительную амплитуду сгибания и разгибания. Таранная кость в аксиальной плоскости имеет конусовидную форму, при тыльном сгибании малоберцовая кость смещается кзади, проксимально и ротируется кнаружи, создавая пространство для её более широкой части.

Подвижность малоберцовой кости на уровне ДМБС оценивалась в исследовании А. Beumer и соавт. Полученные данные авторы предложили рассматривать как вариант физиологической нормы для движений в ДМБС. Приложение 7,5 Nm наружной ротации к стопе в положении нейтрального сгибания приводило к наружной ротации малоберцовой кости от 2 до 5 градусов, медиальной трансляции от 0 до 2,5 мм и смещения кзади от 1 до 3,1 мм (рис. 2) [13].



в норме под нагрузкой происходит наружная ротация и трансляция малоберцовой кости кнаружи и кзади

Рис. 2. Амплитуда движений малоберцовой кости на уровне ДМБС

К неправильной позиции ДМБС могут привести различные группы факторов: укорочение малоберцовой кости при неадекватной репозиции, ротация малоберцовой кости, передняя и задняя трансляция, избыточная компрессия. Кроме того, возможно нарушение структуры самой малоберцовой вырезки при смещении заднего или переднего её края (треугольник Volkman или фрагмент Chaput). При закрытом устранении смещения в ДМБС крайне важным является технически правильная установка остроконечных репозиционных щипцов, наиболее корректная позиция – это уровень синдесмоза на малоберцовой кости на её латеральном крае, на большеберцовой – посередине её передне-задней длины в боковой проекции. Установка репозиционных щипцов в другой проекции приводит к трансляции малоберцовой кости кпереди или кзади соответственно [14]. Восстановление нормальной анатомии малоберцовой кости облегчает устранение трансляции и ротации, но такой риск сохраняется и остаётся высоким при закрытом устранении смещения в ДМБС.

Диагностика

Европейская ассоциация спортивной травматологии, хирургии коленного сустава и артроскопии (ESSKA-AFAS) в 2017 году рекомендовала использовать в качестве клинических диагностических критериев повреждения ДМБС боль при пальпации в проекции передней нижней большеберцово-малоберцовой связки (ПНБМС), задней нижней большеберцово-малоберцовой связки (ЗНБМС), тест трансляции малоберцовой кости и тест Cotton [15].

Многие авторы указывали на сложности в диагностике повреждения синдесмоза и переломов заднего края при выполнении стандартных рентгенограмм в прямой и боковой проекции. Это связано с большим разнообразием анатомических вариантов малоберцовой вырезки большеберцовой кости, которые различаются по своей глубине от 8 до 0 мм и имеют, соответственно, либо плоскую, либо полукруглую форму в поперечном сечении (рис. 3) [16, 17].

типы строения малоберцовой вырезки большеберцовой кости и их вид на МСКТ и на проекции Mortise

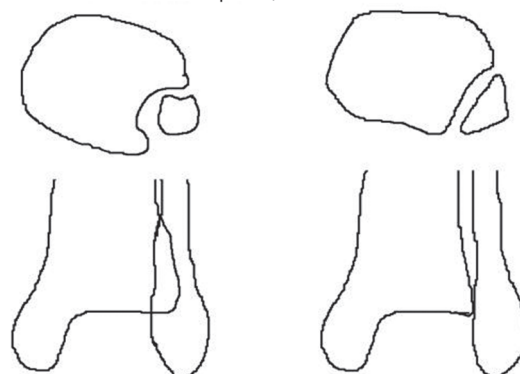


Рис. 3. Анатомические варианты строения ДМБС и их рентгенологические особенности (схема)

Данная особенность предопределяет трудности при рентгенологической оценке устранения смещения в ДМБС [18–21]. Кроме повреждения ДМБС в комплексе с переломом лодыжек также можно встретить

его повреждения без костной травмы на уровне голеностопного сустава. Частичные повреждения ДМБС пропускаются рентгенологами на стандартных рентгенограммах в подавляющем большинстве случаев. Частота повреждений ДМБС при травме латерального связочного комплекса голеностопного сустава может достигать 11 % [22]. По этой причине в диагностике повреждений дистального межберцового синдесмоза особое значение имеет МСКТ [19, 21]. При рентгенографии можно обнаружить только расхождение синдесмоза более 3 мм, в то же время МСКТ достоверно указывает на расхождение на 1 мм. Однако при частичных и динамических повреждениях синдесмоза и этой диагностической чувствительности может быть недостаточно. Например, при изолированном разрыве только ПНБМС расхождение может появляться только при наружной ротации стопы относительно фиксированной голени. В такой ситуации на помощь приходят такие методы как МРТ и диагностическая артроскопия голеностопного сустава, которые позволяют выявить частичные повреждения ДМБС и динамическую нестабильность [23, 24, 25, 26].

Классификация повреждений ДМБС, методы лечения

Необходимо разделить повреждения ДМБС в комплексе с переломами лодыжек и изолированные связочные повреждения. Van Dijk CN и соавт. в 2016 году пересмотрели классификацию изолированных разрывов ДМБС и разделили их по времени от момента травмы на свежие (до 6 недель), подострые (от 6 недель до 6 месяцев) и застарелые (после 6 месяцев). Свежие повреждения были разделены на стабильные и нестабильные. К стабильным могут быть отнесены изолированные повреждения ПНБМС, реже ЗБМБС, иногда с вовлечением межкостной связки (МКС). Нестабильные повреждения ДМБС включают латентные – динамические, которые чаще включают также повреждение МКС и дельтовидной связки (ДС), а также явные, с повреждением всех элементов ДМБС и дельтовидной связки. Подострые повреждения также принято делить на восстановимые и невосстановимые, а хронические дополнительно подразделяются в зависимости от наличия остеоартроза голеностопного сустава [27].

Частичные, то есть стабильные повреждения ДМБС, в свежих случаях лечатся консервативно. T.L. Miller и соавт. предлагают следующий протокол лечения свежих частичных изолированных повреждений ДМБС: первые 2 недели – покой, лёд, возвышенное положение, иммобилизация в шарнирном ортезе, без осевой нагрузки [28]. На второй фазе, со 2-ой по 6-ю неделю, разрешается осевая нагрузка в функциональном брейсе, тренировка мышечной выносливости, силы, восстановление полной амплитуды движений. В третьей фазе проводится тренировка мышечного баланса и проприорецепции. Пациенты возвращаются к нормальной жизни уже через 8 недель от момента получения травмы, однако следует продолжить наблюдение до 6 месяцев, для исключения остаточной нестабильности, гетеротопической оссификации и формирования гипертрофического рубца в области ПНБМС [27].

В случае полного повреждения ДМБС хирургическое лечение обязательно. Оно может быть выполнено

с использованием транссиндесмозных винтов, динамической фиксации шовными пуговицами, прямого восстановления за счёт остеосинтеза отрывных костных фрагментов или сшивания связок с аугментацией или без нее.

Фиксация при помощи винтов является наиболее распространённой. Существуют различные варианты фиксации ДМБС. Может быть использован 1 или 2 винта диаметром 3,5 или 4,5 мм, проходящие через 3 или 4 кортикала. В исследовании Monga и соавт. к 2008 году 97 % хирургов использовали для фиксации межберцового синдесмоза только винты. При этом 58 % устанавливали трёхкортикальные винты, а 33 % – четырёхкортикальные [29].

Логично предположить, что жёсткость, то есть устойчивость к поломке металлоконструкции и устойчивость к расхождению синдесмоза, будет возрастать соответственно с увеличением количества винтов, их диаметра и количества пройденных кортикалов. Но биомеханические исследования не обнаружили подобной взаимосвязи. Так, в исследовании Thompson не было обнаружено статистически значимой разницы при сравнении стабильности фиксации 3,5 и 4,5 мм трёхкортикальными винтами [30]. При этом производилась нагрузка на смоделированный перелом типа С по Веберу, фиксированный 3,5 и 4,5 мм винтами. Позднее Markolf и соавт. провели более широкое исследование, включающее использование 3,5 и 4,5 мм винтов с трёхкортикальной и четырёхкортикальной позицией. В своём биомеханическом кадаверном исследовании, датированном 2013 годом, авторы также не обнаружили статистически значимой разницы между 3,5 и 4,5 мм винтами, а также трёхкортикальной и четырёхкортикальной фиксацией [31]. При этом они обнаружили, что максимальная нагрузка на позиционный винт возникает при одновременной осевой нагрузке и наружной ротации стопы, в связи с этим авторами рекомендовано ограничивать такой тип нагрузки во время реабилитации пациентов с подобным типом повреждений.

С точки зрения возможности движений в голеностопном суставе после фиксации позиционным винтом можно предположить обратную зависимость, так как один трёхкортикальный винт при движениях в голеностопном суставе будет быстрее расшатываться и освобождать возможность для движений малоберцовой кости, чем два винта, или винт большего диаметра, или четырёхкортикальный винт.

Так, в исследовании A.C. Peek и соавт. рекомендуется использование одного трёхкортикального 4,5 мм винта, удаление которого не рекомендуется. По мнению авторов, такая тактика будет сопровождаться меньшим риском поломки, миграции, вторичного смещения, инфекционных осложнений, а также меньшим риском получить избыточно жёсткую конструкцию по сравнению с другими вариантами комбинаций винтов [32]. Однако убедительное статистическое подтверждение для данного алгоритма отсутствует. Исследование литературы, посвящённой синдесмозным винтам, затруднительно с точки зрения доказательности, так как на клинический и функциональный результат влияет множество факторов помимо диаметра, количества и длины винтов.

В исследовании Manjoo и соавт. 2010 года, включившего 106 пациентов, которым был установлен позиционный винт, было обнаружено, что OMAS-score (Olerud-Molander Ankle Score) был значительно выше в группе пациентов, где были сломанные, расшатанные или удалённые позиционные винты (85 ± 3), чем в группе с интактными позиционными винтами (70 ± 6) [33]. При этом во второй группе было обнаружено сужение свободного тибео-фибулярного пространства в среднем на 1 мм в сравнении с первой группой. Это указывает на тот факт, что при установке позиционного винта происходит избыточная компрессия синдесмоза, и, если она не устраняется (путём удаления винта или при поломке / расшатывании металлоконструкции), можно ожидать значимо худшего функционального результата. Так, в исследовании 2013 года Gardner и соавт. пришли к выводу, что в случае использования двух 4,5 мм четырёхкортикальных винтов их удаление необходимо, так как они обеспечивают крайне жёсткую фиксацию и могут стойко ограничивать амплитуду движений в том случае, если они не удалены [34].

В подавляющем большинстве исследований винты устанавливаются на 2–3 см выше линии сустава под углом 20–30 градусов спереди назад. Удаление винтов никак не влияет на функциональный результат лечения в случае использования трёхкортикальных винтов [35, 36].

Следует отметить, что использование одного винта, вне зависимости от его диаметра и количества кортикалов, сопровождается статистически однородными результатами. Единственный вариант фиксации, который обладает значимо отличающейся жёсткостью и требует рутинного удаления имплантов в срок от 8 до 16 недель, это использование 2-х четырёхкортикальных винтов 4,5 мм.

Другим крайне дискуссионным моментом является принципиальная необходимость в использовании транссиндесмозной фиксации. Многие авторы сходятся во мнении, что при наличии перелома заднего края или перелома переднего края малоберцовой вырезки, его остеосинтез позволяет избежать транссиндесмозной фиксации и, следовательно, всех возможных связанных с ней осложнений.

Использование любых видов транссиндесмозной фиксации и наложение костной цапки само по себе является фактором риска мальпозиции и мальредукции. Так, в исследовании J. Franke, в которое вошли 252 пациента с переломами лодыжек и разрывом ДМБС, при выполнении послеоперационной МСКТ у 82 из них (39 %) были обнаружены ошибки репозиции, при этом 64 (25 %) были связаны с мальпозицией малоберцовой кости в вырезке большеберцовой [37].

В 2017 году M.A. Miller и соавторы опубликовали исследование, проведённое в University of Mississippi Medical Center, Jackson, MS, USA, в котором оценивалось 198 переломов лодыжек с повреждением заднего края. 151 пациент был прооперирован по стандартной методике в положении на спине из латерального доступа, при этом в 27,2 % случаев потребовалась установка позиционного винта в связи с интраоперационно выявленной нестабильностью ДМБС при тесте Коттона и наружной ротации. 47 пациентов были проопери-

рованы из постеролатерального доступа в положении на животе. Всем был выполнен остеосинтез заднего края, необходимость в установке позиционного винта возникла только в 1 случае (2,1 %). Таким образом, по данным авторов, при операции в позиции на животе и остеосинтезе заднего края необходимость в транссиндесмозной фиксации была в 13 раз ниже [38]. M.A. Miller и Bartonijek и соавт. рекомендуют избегать транссиндесмозной фиксации во всех случаях, когда это технически возможно. То есть тогда, когда есть чрескостные повреждения (перелом Volkman, перелом Chaput или перелом Vagstaffe).

В исследовании 2015 года Bartonijek и соавт. также указывают на то, что остеосинтез перелома заднего края, включающего заднюю стенку малоберцовой вырезки, из постеролатерального доступа в 95 % случаев восстанавливает стабильность синдесмоза и устраняет необходимость использования транссиндесмозной фиксации [39].

Согласно исследованию M.J. Gardner, остеосинтез костных элементов синдесмоза восстанавливает нормальную анатомию малоберцовой вырезки и стабилизирует синдесмоз в большей степени, чем позиционные винты [40].

Другая группа исследователей в большей степени полагается на совершенствование транссиндесмозной фиксации, чем на попытки избежать её. Так, Y. Shimozone и C. Colcuc указывают на значительно более хорошие результаты при использовании транссиндесмозной фиксации. Использование для транссиндесмозной фиксации шовных пуговиц, по их мнению, позволяет ускорить реабилитацию за счёт более ранней осевой нагрузки и движений в голеностопе, а также помогает избежать проблем с поломкой импланта и утратой репозиции [41, 42].

Пуговчатые фиксаторы показали себя с лучшей стороны для решения всех вышеуказанных проблем, однако не стоит забывать, что самым главным хирург-ассоциированным фактором в лечении разрывов ДМБС всё равно остаётся точность репозиции перелома малоберцовой кости и точность редукции синдесмоза.

Особняком стоит проблема разрыва ДМБС у пациентов с сахарным диабетом. Отсутствие защитной протективной чувствительности у пациентов с сахарным диабетом (и в более редких случаях с другими видами периферической нейропатии) может привести к серьёзным последствиям, поломке и миграции металлофиксаторов, утрате репозиции, развитию артропатии Шарко, инфекции и даже утрате конечности. По этой причине у данной категории больных применяется иной алгоритм лечения. Используется максимально мощный фиксатор, который позволяет защитить мягкие ткани, а также значительно расширяются показания к первичному артродезу. Для фиксации синдесмоза используется множество (3–4) четырёхкортикальных винтов увеличенного диаметра или минимум 2 шовные пуговицы через пластину. Использование постеролатерального доступа снижает риск инфекции, некроза краёв раны и её расхождения. Также разумной альтернативой в подобной ситуации становится первичный остеосинтез с использованием аппарата Илизарова. В том случае, если перелом произо-

шёл на фоне артропатии Шарко, целесообразно проведение первичного артродеза в аппарате Илизарова или панартродез штифтом с блокированием [43].

Оценка интраоперационной редукции ДМБС

Интраоперационная оценка редукции ДМБС является сложной задачей. Как показали многие исследователи, для этого недостаточно просто выполнить рентгенографию в прямой проекции или с внутренней ротацией 15°, так как результат может быть обманчив. Высокая частота мальпозиций в сагиттальной плоскости и ротационно делает необходимым интраоперационную оценку позиции малоберцовой кости в данной плоскости в сравнении с контралатеральной стороной [44].

Для оценки позиции малоберцовой кости относительно большеберцовой в сагиттальной плоскости можно использовать истинные боковые рентгенограммы. Для адекватной оценки нужно выполнять рентгенограммы с контралатеральной стороны.

Также большое практическое значение имеет правило измерения передне-заднего большеберцово-малоберцового отношения, предложенное в 2013 году S. Grenier. Данный метод крайне актуален для интраоперационного контроля позиции малоберцовой кости. На истинных боковых рентгенограммах нужно отметить передний край большеберцовой кости и точку пересечения переднего края малоберцовой кости с границей метафиза. Если

продолжить эту линию до заднего кортикала большеберцовой кости в истинной боковой проекции, точка пересечения переднего края малоберцовой кости с линией метафиза должна делить эту линию пополам (рис. 4) [45].

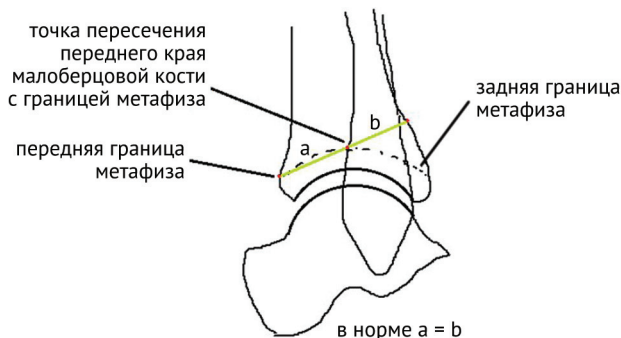


Рис. 4. Использование рентгенографии в боковой проекции для оценки правильности редукции ДМБС в сагиттальной плоскости (схема)

Обязателен контроль контралатеральной стороны как в прямой, так и в боковой проекции, а также МСКТ-контроль после операции [40].

Многие исследователи отмечают, что открытая редукция ДМБС под визуальным контролем и остеосинтез сопутствующих чрескостных повреждений значительно снижают риск мальпозиции [9, 35, 40].

ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из основных причин неудовлетворительных результатов лечения разрывов ДМБС, в том числе в симптомокомплексе с переломами лодыжек, является неадекватное устранение смещения – мальпозиция малоберцовой кости. Основным способом уменьшения риска ятрогенных мальредукций и, как следствие, плохих функциональных результатов, являются адекватная предоперационная диагностика и планирование (МСКТ), открытое устранение смещения ДМБС, остеосинтез сопутствующих чрескостных повреждений, отказ от необоснованной транссиндесмозной фиксации, использование шовных пуговиц. Дистальный межберцовый синдесмоз имеет крайне вариабельное анатомическое строение, что затрудняет рентгенодиагностику данного типа повреждений, интраоперационный рентгеноконтроль и послеоперационную оценку качества устранения смещения в ДМБС.

В исследовании Н. Claude Sagі и соавт. была проведена ретроспективная оценка результатов лечения 68 пациентов с переломами лодыжек с повреждением дистального межберцового синдесмоза при двухлетнем периоде наблюдения. У всех пациентов выполнялась послеоперационная МСКТ, функциональный результат оценивался по шкале Olerud-Molander Ankle Score (OMAC) и по шкале Short Form Musculoskeletal Assessment (SFMA). Примечательно, что из 68 рассмотренных клинических случаев при МСКТ после операции в 27 (39,7 %) наблюдалась мальредукция синдесмоза. При этом по стандартным рентгенограммам нельзя было её заподозрить ни в одном случае.

В 64 % случаев мальредукция была связана с трансляцией малоберцовой кости (рис. 5), в 28 % случаев с ротацией, оставшиеся 8 % были связаны с не-

адекватной репозицией перелома малоберцовой кости. При этом частота данного ятрогенного осложнения была 44 % в группе закрытого устранения смещения и фиксации и значительно ниже – 15 % – в группе открытой фиксации синдесмоза.

разрыв дистального межберцового синдесмоза

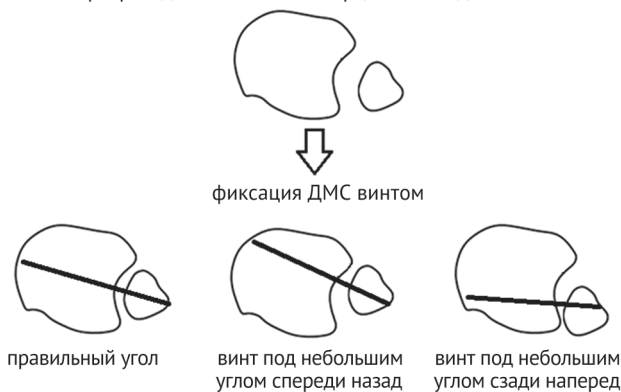


Рис. 5. Варианты мальредукции малоберцовой кости на уровне ДМБС вследствие установки позиционного винта под неправильным углом

Функциональный результат лечения через 2 года после операции значительно отличался в группе с мальредукцией синдесмоза. При оценке по шкале SFMA в группе с анатомичной репозицией был получен результат $12 \pm 10,6$, а в группе с мальредукцией $27 \pm 23,3$ (различия статистически достоверны). При оценке результатов лечения по шкале Olerud-Molander также была получена статистически значимая разница в результатах: в группе анатомичной репозиции $72,7 \pm 22,5$, тогда как в группе мальредукции $46,3 \pm 28,5$ [47]. Таким образом, открытое устранение

смещения ДМБС приводило к уменьшению риска мальредукции и улучшению функциональных результатов [47].

Проблема мальредукции синдесмоза во время наложения костной цапки и установки позиционного винта широко известна. A.N. Miller и соавт. в 2013 году посвятили ей отдельное кадаверное исследование. Они предположили, что наложение костной цапки в условиях разрыва ДМБС при недостаточной визуализации может резко увеличить риск смещения малоберцовой кости кпереди или кзади, а также ротационно, при этом дальнейшая установка позиционного винта может усугубить имеющееся смещение. Для проверки своей гипотезы авторы использовали 14 кадаверных голени, все элементы синдесмоза пересекались, после чего устанавливалась костная цапка под углом 0, 15, 30 градусов относительно сагиттальной оси, после чего происходила установка позиционного винта под углом 15 и 30 градусов с точкой входа либо латерально, либо задне-латерально. На каждом этапе выполнялась МСКТ. Примечательно, что авторы не смогли добиться адекватного устранения смещения в ДМБС ни в одной из указанных позиций. Согласно распространённому среди травматологов мнению, костную цапку, так же как и позиционный винт, следует устанавливать под углом кпереди (15–30°), однако в данном исследовании было показано, что такая позиция во всех случаях разрыва ДМБС приводит к наружной ротации малоберцовой кости и избыточной компрессии синдесмоза, с различной степенью передней трансляции малоберцовой кости. Установка же цапки и винта под углом 0° приводит к трансляции малоберцовой кости кзади, но в меньшей степени сопровождается нарушением её ротации и избыточной компрессией.

Повреждения дистального межберцового синдесмоза по-прежнему остаются одной из наиболее дискуссионных тем применительно к травмам голеностопного сустава. Это связано как с трудностями диагностики, так и с трудностями стабильной и анатомически верной фиксации, разнообразными подходами к остеосинтезу переломов заднего края большеберцовой кости, тактикой при частичных и динамически нестабильных повреждениях, а также важной роли повреждения синдесмоза в дальнейшем развитии посттравматического артроза голеностопного сустава.

Тем не менее, становится возможным определить несколько важных трендов в развитии ортопедической мысли применительно к повреждениям ДМБС. Во-первых, это анатомическое восстановление *incisura fibularis* во всех случаях, когда имеется повреждение образующих ее костей – чаще это перелом Volkman, реже перелом Chaput и перелом Vagstaffe. Во-вторых, желательно проводить открытую редукцию ДМБС с ревизией содержимого *incisura fibularis*, так как не редки случаи интерпозиции межкостной связки с небольшими костными фрагментами, затрудняющими репозицию, или же просто ошибки репозиции при наложении костной цапки. Использование гибких типов фиксации, таких как пуговицы Tight Rope, ускоряют

При статистической оценке полученных данных оказалось, что наилучшей позицией, сопровождаемой наименьшими нарушениями взаимоотношений в ДМБС, является 0°. Ограничением данного исследования является моделирование изолированного связочного повреждения ДМБС. Можно предположить, что при наличии интраинцизурных переломов большеберцовой кости синдесмозный винт будет вызывать трансляцию малоберцовой кости в сторону перелома из-за недостатка опоры. Таким образом, данное исследование выявило отсутствие технической возможности адекватно устранить смещение в ДМБС при помощи костной цапки. По этой причине авторы рекомендовали во всех случаях использовать открытую технику устранения смещения в ДМБС для уменьшения риска мальредукции [48].

Так как же не пропустить повреждение ДМБС и как его правильно лечить? Правило большого пальца – если есть малейшее подозрение на повреждение ДМБС – делай МСКТ. Вне зависимости от выбора дальнейшей тактики это позволит избежать грубых ошибок – таких как пропущенный разрыв ДМБС или перелом Volkman, а также перелом Chaput и перелом Vagstaffe. Второе правило – сначала восстанови костные структуры, затем решай, нужна ли фиксация ДМБС, после остеосинтеза всех трёх лодыжек при трёхлодыжечных переломах в большинстве случаев фиксация ДМБС не требуется. Третье правило – используй контралатеральную конечность для контроля. Четвёртое правило – лучше визуализировать синдесмоз хотя бы с одной стороны. Пятое – не надо ставить винт на всякий случай, если нет признаков нестабильности при рентгеноскопии. И шестое – шовные пуговицы более предпочтительны, чем винты.

ВЫВОДЫ

реабилитацию и снижают риск потери редукции с течением времени в случаях изолированных лигаментарных повреждений ДМБС. В случае повреждения ДМБС на фоне периферической нейропатии (при длительном СД или других причинах) требуется намного более жёсткая и даже грубая фиксация и более продолжительный период времени без полной осевой нагрузки в сравнении с обычными повреждениями ДМБС.

Окончательная тактика по отношению к фиксации ДМБС в комплексе трёхлодыжечных переломов до настоящего времени не определена, однако можно отметить тренд на расширение показаний к использованию постеролатерального доступа, анатомичной репозиции и стабильной фиксации всех типов интраинцизурных переломов вне зависимости от размера фрагмента и уход от рутинной фиксации заднего края сзади назад, а также предпочтительное использование эластичных методов фиксации, таких как шовные пуговицы. В настоящее время отсутствуют рандомизированные исследования, сравнивающие использование транссиндесмозной фиксации и остеосинтеза заднего края при трёхлодыжечных переломах, но имеющиеся когортные исследования указывают на их равноценность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Felson D.T. The epidemiology of osteoarthritis: Prevalence and risk factors // *Osteoarthritis Disorders* / Kuettner K.E., Goldberg V.M., editors. Rosemont (IL): American Academy of Orthopedic Surgeons. 1995. P. 229-237.
2. Randomized Trial Comparing Suture Button with Single Syndesmotic Screw for Syndesmosis Injury // M.R. Andersen, F. Frihagen, J.C. Hellund, J.E. Madsen, W. Figved // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2018. Vol. 100, No 1. P. 2-12. DOI: 10.2106/JBJS.16.01011.
3. The extent of matrix damage and chondrocyte death in mechanically traumatized articular cartilage explants depends on rate of loading // B.J. Ewers, D. Dvoracek-Driksna, M.W. Orth, R.C. Haut // *J. Orthop. Res.* 2001. Vol. 19, No 5. P. 779-784. DOI: 10.1016/S0736-0266(01)00006-7.
4. Osteoarthrotic changes after acute transarticular load. An animal model // R.C. Thompson Jr., T.R. Oegema Jr., J.L. Lewis, L. Wallace // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1991. Vol. 73, No 7. P. 990-1001.
5. Healing and remodeling of articular incongruities in a rabbit fracture model // A. Llinas, H.A. McKellop, G.J. Marshall, F. Sharpe, M. Kirchen, A. Sarmiento // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1993. Vol. 75, No 10. P. 1508-1523. DOI: 10.2106/00004623-199310000-00012.
6. Cartilage changes caused by a coronal surface stepoff in a rabbit model // G. Lovász, A. Llinás, P.D. Benya, S.H. Park, A. Sarmiento, J.V. Luck Jr. // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1998. No 354. P. 224-234. DOI: 10.1097/00003086-199809000-00027.
7. Incongruity versus instability in the etiology of posttraumatic arthritis // T.O. McKinley, M.J. Rudert, D.C. Koos, T.D. Brown // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2004. No 423. P. 44-51. DOI: 10.1097/01.blo.0000131639.89143.26.
8. Weening B., Bhandari M. Predictors of functional outcome following transsyndesmotic screw fixation of ankle fractures // *J. Orthop. Trauma.* 2005. Vol. 19, No 2. P. 102-108. DOI: 10.1097/00005131-200502000-00006.
9. Direct visualization for syndesmotic stabilization of ankle fractures // A.N. Miller, E.A. Carroll, R.J. Parker, S. Boraiah, D.L. Helfet, D.G. Lorch // *Foot Ankle Int.* 2009. Vol. 30, No 5. P. 419-426. DOI: 10.3113/FAI-2009-0419.
10. Sagi H.C., Shah A.R., Sanders R.W. The functional consequence of syndesmotic joint malreduction at a minimum 2-year follow-up // *J. Orthop. Trauma.* 2012. Vol. 26, No 7. P. 439-443. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31822a526a.
11. Randomised Trial Comparing Suture Button, with Single Syndesmotic Screw for Syndesmosis Injury // M.R. Andersen, F. Frihagen, J.C. Hellund, J.E. Madsen, W. Figved // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2018. Vol. 100, No 1. P. 2-12. DOI: 10.2106/JBJS.16.01011.
12. A prospective randomized multicenter trial comparing clinical outcomes of patients treated surgically with a static or dynamic implant for acute ankle syndesmosis rupture // M. Laflamme, E.L. Belzile, L. Bédard, M.P. van den Bekerom, M. Glazebrook, S. Pelet // *J. Orthop. Trauma.* 2015. Vol. 29, No 5. P. 216-223. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000245.
13. Management of syndesmotic injuries of the ankle // J. de Las-Heras Romero, A.M.L. Alvarez, F.M. Sanchez, A.P. Garcia, P.A.G. Porcel, R.V. Sarabia, M.H. Torralba // *EFORT Open Rev.* 2017. Vol. 2, No 9. P. 403-409. DOI: 10.1302/2058-5241.2.160084.
14. Van den Bekerom M.P., Haverkamp D., Kloen P. Biomechanical and clinical evaluation of posterior malleolar fractures. A systematic review of the literature // *J. Trauma.* 2009. Vol. 66, No 1. P. 279-284. DOI: 10.1097/TA.0b013e318187eb16.
15. Classification and diagnosis of acute isolated syndesmotic injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines // C.N. van Dijk, U.G. Longo, M. Loppini, P. Florio, L. Maltese, M. Ciuffreda, V. Denaro // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016. Vol. 24, No 4. P. 1200-1216. DOI: 10.1007/s00167-015-3942-8.
16. Radiographic evaluation of the normal distal tibiofibular syndesmosis // A.S. Shah, A.R. Kadakia, G.J. Tan, M.S. Karadsheh, T.D. Wolter, B. Sabb // *Foot Ankle Int.* 2012. Vol. 33, No 10. P. 870-876. DOI: 10.3113/FAI.2012.0870.
17. Lui T.H., Ip K., Chow H.T. Comparison of radiologic and arthroscopic diagnoses of distal tibiofibular syndesmosis disruption in acute ankle fracture // *Arthroscopy.* 2005. Vol. 21, No 11. P. 1370. DOI: 10.1016/j.arthro.2005.08.016.
18. Harper M.C. An anatomic and radiographic investigation of the tibiofibular clear space // *Foot Ankle Int.* 1993. Vol. 14, No 8. P. 455-458. DOI: 10.1177/107110079301400805.
19. Ostrum R.F., De Meo P., Subramanian R. A critical analysis of the anterior-posterior radiographic anatomy of the ankle syndesmosis // *Foot Ankle Int.* 1995. Vol. 16, No 3. P. 128-131. DOI: 10.1177/107110079501600304.
20. Radiographic and CT evaluation of tibiofibular syndesmotic diastasis: a cadaver study // N.A. Ebraheim, J. Lu, H. Yang, A.O. Mekhail, R.A. Yeasting // *Foot Ankle Int.* 1997. Vol. 18, No 11. P. 693-698. DOI: 10.1177/107110079701801103.
21. The fibular incisure of the tibia on CT scan: a cadaver study // N.A. Ebraheim, J. Lu, H. Yang, J. Rollins // *Foot Ankle Int.* 1998. Vol. 19, No 5. P. 318-321. DOI: 10.1177/107110079801900509.
22. Syndesmosis sprains of the ankle // W.J. Hopkinson, P. St. Pierre, J.B. Ryan, J.H. Wheeler // *Foot Ankle Int.* 1990. Vol. 10, No 6. P. 325-330. DOI: 10.1177/107110079001000607.
23. Injury of the tibiofibular syndesmosis: value of MR imaging for diagnosis // K. Oae, M. Takao, K. Naito, Y. Uchio, T. Kono, J. Ishida, M. Ochi // *Radiology.* 2003. Vol. 227, No 1. P. 155-161. DOI: 10.1148/radiol.2271011865.
24. Diagnosis of a tear of the tibiofibular syndesmosis. The role of arthroscopy of the ankle // M. Takao, M. Ochi, K. Oae, K. Naito, Y. Uchio // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2003. Vol. 85, No 3. P. 324-329. DOI: 10.1302/0301-620X.85b3.13174.
25. Computed tomography of normal distal tibiofibular syndesmosis // H. Elgafy, H.B. Semaan, B. Blessinger, A. Wassef, N.A. Ebraheim // *Skeletal Radiol.* 2010. Vol. 39, No 6. P. 559-564. DOI: 10.1007/s00256-009-0809-4.
26. Kinematics of the distal tibiofibular syndesmosis: radiostereometry in 11 normal ankles // A. Beumer, E.R. Valstar, E.H. Garling, R. Niesing, J. Ranstam, R. Löfvenberg, B.A. Swierstra // *Acta Orthop. Scand.* 2003. Vol. 74, No 3. P. 337-343. DOI: 10.1080/00016470310014283.
27. Amendola A., Williams G., Foster D. Evidence-based approach to treatment of acute traumatic syndesmosis (high ankle) sprains // *Sports Med. Arthrosc. Rev.* 2006. Vol. 14, No 4. P. 232-236. DOI: 10.1097/01.jsa.0000212329.32969.b8.
28. Removal of Hardware after Syndesmotic Screw Fixation: A Systematic Literature Review // K.C. Walley, K.J. Hofmann, B.T. Velasco, J.Y. Kwon // *Foot Ankle Spec.* 2017. Vol. 10, No 3. P. 252-257. DOI: 10.1177/1938640016685153.
29. Stabilization of the syndesmosis in the Maisonneuve fracture – a biomechanical study comparing 2-hole locking plate and quadricortical screw fixation // R. Gardner, T. Yousri, F. Holmes, D. Clark, P. Pollintine, A.W. Miles, M. Jackson // *J. Orthop. Trauma.* 2013. Vol. 27, No 4. P. 212-216. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31825cfac2.
30. Markolf K.L., Jackson S.R., McAllister D.R. Syndesmosis fixation using dual 3.5 mm and 4.5 mm screws with tricortical and quadricortical purchase: a biomechanical study // *Foot Ankle Int.* 2013. Vol. 34, No 5. P. 734-739. DOI: 10.1177/1071100713478923.
31. Functional and radiographic results of patients with syndesmotic screw fixation: implications for screw removal // A. Manjoo, D.W. Sanders, C. Tieszer, M.D. MacLeod // *J. Orthop. Trauma.* 2010. Vol. 24, No 1. P. 2-6. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181a9f7a5.
32. Miller T.L., Skalak T. Evaluation and treatment recommendations for acute injuries to the ankle syndesmosis without associated fracture // *Sports Med.* 2014. Vol. 44, No 2. P. 179-188. DOI: 10.1007/s40279-013-0106-1.
33. Peek A.C., Fitzgerald C.E., Charalambides C. Syndesmosis screws: how many, what diameter, where and should they be removed? A literature review // *Injury.* 2014. Vol. 45, No 8. P. 1262-1267. DOI: 10.1016/j.injury.2014.05.003.
34. Thompson M.C., Gesink D.S. Biomechanical comparison of syndesmosis fixation with 3.5- and 4.5-mm stainless steel screws // *Foot Ankle Int.* 2000. Vol. 21, No 9. P. 736-741. DOI: 10.1177/107110070002100904.
35. Should syndesmotic screws be removed after surgical fixation of unstable ankle fractures? A systematic review // S.A. Dingemans, S. Rammelt, T.O. White, J.C. Goslings, T. Schepers // *Bone Joint J.* 2016. Vol. 98-B, No 11. P. 1497-1504. DOI: 10.1302/0301-620X.98B11.BJJ-2016-0202.R1.
36. Stability of the Syndesmosis after Posterior Malleolar Fracture Fixation // M.A. Miller, T.C. McDonald, M.L. Graves, C.A. Spitler, G.V. Russell, L.C. Jones, W. Replogle, J.A. Wise, J. Hydrick, P.F. Bergin. // *Foot Ankle Int.* 2018. Vol. 39, No 1. P. 99-104. DOI: 10.1177/1071100717735839.
37. Manway J.M., Blazek C.D., Burns P.R. Special Considerations in the Management of Diabetic Ankle Fractures // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* 2018. Vol. 11, No 3. P. 445-455. DOI: 10.1007/s12178-018-9508-x.

38. Posterior malleolar fractures of the ankle / J. Bartonček, S. Rammelt, M. Tuček O. Naňka // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2015. Vol. 41, No 6. DOI: 10.1007/s00068-015-0560-6.
39. Technical Considerations in the Treatment of Syndesmotic Injuries Associated with Ankle Fractures / M.J. Gardner, M.L. Graves, T.F. Higgins, S.E. Nork // J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2015. Vol. 23, No 8. P. 510-518. DOI: 10.5435/JAAOS-D-14-00233.
40. Suture Button versus Syndesmotic Screw for Syndesmosis Injuries: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials / Y. Shimozone, E.T. Hurley, C.L. Myerson, C.D. Murawski, J.G. Kennedy // Am. J. Sports Med. 2019. Vol. 47, No 11. P. 2764-2771. DOI: 10.1177/0363546518804804.
41. Lower complication rate and faster return to sports in patients with acute syndesmotic rupture treated with a new knotless suture button device / C. Colcuc, M. Blank, T. Stein, F. Raimann, S. Weber-Spickschen, S. Fischer, R. Hoffmann // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2018. Vol. 26, No 10. P. 3156-3164. DOI: 10.1007/s00167-017-4820-5.
42. Intraoperative three-dimensional imaging in the treatment of acute unstable syndesmotic injuries / J. Franke, J. von Recum, A.J. Suda, P.A. Grützner, K. Wendl // J. Bone Joint Surg. Am. 2012. Vol. 94, No 15. P. 1386-1390. DOI: 10.2106/JBJS.K.01122.
43. APTF: anteroposterior tibiofibular ratio, a new reliable measure to assess syndesmotic reduction / S. Grenier, B. Benoit, D.M. Rouleau, S. Leduc, G.Y. Laflamme, A. Liew // J. Orthop. Trauma. 2013. Vol. 27, No 4. P. 207-211. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31826623cc.
44. Sagi H.C., Shah A.R., Sanders R.W. The functional consequence of syndesmotic joint malreduction at a minimum 2-year follow-up // J. Orthop. Trauma. 2012. Vol. 26, No 7. P. 439-443. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31822a526a.
45. Instability of the tibio-fibular syndesmosis: have we been pulling in the wrong direction? / J.J. Candal-Couto, D. Burrow, S. Bromage, P.J. Briggs // Injury. 2004. Vol. 35, No 8. P. 814-818. DOI: 10.1016/j.injury.2003.10.013.
46. Iatrogenic syndesmosis malreduction via clamp and screw placement / A.N. Miller, D.P. Barei, J.M. Iaquinto, W.R. Ledoux, D.M. Beingsner // J. Orthop. Trauma. 2013. Vol. 27, No 2. P. 100-106. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31825197cb.
47. Management of distal tibio-fibular syndesmotic injuries: a snapshot of current practice / P. Monga, A. Kumar, A. Simons, V. Panikker // Acta Orthop. Belg. 2008. Vol. 74, No 3. P. 365-369.

Статья поступила в редакцию 28.10.2021; одобрена после рецензирования 29.11.2021; принята к публикации 23.12.2021.

The article was submitted 28.10.2021; approved after reviewing 29.11.2021; accepted for publication 23.12.2021.

Информация об авторах:

1. Дмитрий Александрович Никифоров – nikiforovmd@gmail.com;
2. Михаил Александрович Панин – кандидат медицинских наук, panin-mihail@yandex.ru, SPIN-код: 5834-3500;
3. Виктор Геннадьевич Процко – доктор медицинских наук;
4. Рами Джамаевич Боргут – кандидат медицинских наук;
5. Расул Николаевич Алиев – кандидат медицинских наук.

Information about the authors:

1. Dmitry A. Nikiforov – nikiforovmd@gmail.com;
2. Mikhail A. Panin – Candidate of Medical Sciences, panin-mihail@yandex.ru, SPIN code: 5834-3500;
3. Victor G. Protsko – Doctor of Medical Sciences;
4. Rami D. Borgut – Candidate of Medical Sciences;
5. Rasul N. Aliyev – Candidate of Medical Sciences.