

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЗАДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ

ГУБАРЬ ИЛЬЯ ЕВГЕНЬЕВИЧ, аспирант ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, тел. 8(3952) 29-03-44, e-mail: gybarilya2013@yandex.ru

УСОЛЬЦЕВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, ORCID ID: 0000-0002-4175-8403; канд. мед. наук, научный сотрудник ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, тел. 8(3952) 29-03-44, e-mail: ivu38@mail.ru

ЛЕОНОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА, ORCID ID: 0000-0003-3675-6355; докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, тел. 8(3952)29-03-44, e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

Реферат. Введение. В обзоре проанализированы и обобщены результаты исследований оперативного лечения деформаций заднего отдела стопы травматической и нетравматической природы с артрозом таранно-пяточного сустава. Актуальность данной проблемы подтверждается высокой частотой неудовлетворительных результатов после первично оказанной помощи, в исходе которой зачастую и развивается посттравматический артроз подтаранного сустава, высоким процентом инвалидизации пациентов преимущественно трудоспособного возраста и сопутствующими экономическими затратами связанными с их дальнейшим лечением и реабилитацией. Основным хирургическим способом лечения данной категории пациентов является артродез таранно-пяточного сустава в сочетании с аугментационной костной пластикой ауто-, алло- или ксенотрансплантатом и фиксацией погружными конструкциями. **Цель исследования.** Изучить преимущества и недостатки известных методов хирургического лечения посттравматических деформаций заднего отдела стопы. **Материал и методы.** Для анализа литературы использовались источники из международных баз данных Web of Science, Scopus, PubMed, а также отечественной библиотечной системы eLibrary. **Результаты.** Не смотря на представленные в статьях положительные результаты оперативного лечения были отмечены и неудачи, такие как недостаточная коррекция деформации, несостоятельность артродеза в результате миграции костного блока, его лизиса, нестабильности металлоконструкций и инфекционные осложнения. Причиной неудовлетворительных результатов неинфекционного характера, по мнению авторов, было отсутствие четкого предоперационного планирования, включающего в себя точный расчет необходимой коррекции деформации заднего отдела стопы и оптимального объема костной пластики.

Ключевые слова: деформации заднего отдела стопы, артродез таранно-пяточного сустава, артроз, осложнения.

Для ссылки. Губарь И.Е., Леонова С.Н., Усольцев И.В. Актуальные вопросы хирургического лечения деформаций заднего отдела стопы. Вестник современной клинической медицины. – 2023. – Т.16, вып.6. – С.95-102. DOI: 10.20969/VSKM.2023.16(6).95-102.

CURRENT ISSUES IN SURGICAL TREATMENT OF HINDFOOT DEFORMITIES

GUBAR ILYA E., Postgraduate Student, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolutsii str., 664003 Irkutsk, Russia, tel. +7(3952)29-03-44, e-mail: gybarilya2013@yandex.ru

LEONOVA SVETLANA N., ORCID ID: 0000-0003-3675-6355; Dr. sc. med., Senior Researcher, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolutsii str., 664003 Irkutsk, Russia, tel. +7(3952)29-03-44, e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

USOLTSEV IVAN V., ORCID ID: 0000-0002-4175-8403; Cand. sc. med., Researcher, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolutsii str., 664003 Irkutsk, Russia, tel. +7(3952)29-03-44, e-mail: ivu38@mail.ru

Abstract. Introduction. The review analyzes and summarizes the results of studying the surgical treatment of traumatic and non-traumatic hindfoot deformities with subtalar joint osteoarthritis. Relevance of this issue is supported by highly frequent unsatisfactory results achieved in primary care, which often lead to post-traumatic subtalar arthrosis, high percentage of the disablement of mostly working-age patients, and economic costs associated with their further treatment and rehabilitation. Subtalar arthrodesis, in combination with bone grafting augmentation with auto-, allo- or xenograft and internal fixation, is the most common surgical technique for patients of this category. **Aim.** To study the advantages and disadvantages of the known surgical techniques used in treatment of posttraumatic hindfoot deformities. **Materials and Methods.** To perform the literature analysis, we used international databases, such as Web of Science, Scopus, and PubMed, as well as the domestic library system, eLibrary. **Results and Discussion.** Despite good surgical treatment outcomes presented in the publications, some failures were registered, such as insufficient deformity correction, arthrodesis nonunion due to the bone graft migration, bone graft osteolysis, metal structure instability, and infectious complications. According to the authors, the key reason for some unsatisfactory results in non-infectious cases was the lack of preoperative planning, including accurate calculations of the necessary hindfoot deformity correction and of the optimal extent of bone grafting.

Keywords: hindfoot deformities, talocalcaneal joint arthrodesis, arthrosis, complications

For reference. Gubar IE, Leonova SN, Usoltsev IV. Current issues in surgical treatment of hindfoot deformities. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2023;16(6):95-102. DOI: 10.20969/VSKM.2023.16(6).95-102.

Введение. Посттравматические деформации заднего отдела стопы в подавляющем большинстве случаев возникают вследствие переломов пяточной кости. По данным литературы, частота переломов пяточной кости достигает 65 % от всех переломов костей стопы, при этом внутрисуставные переломы со смещением отломков составляют 60–75 % [1,2,3]. Частота неудовлетворительных результатов при лечении переломов пяточной кости, не зависимо от выбора метода лечения, варьирует от 60 до 90% [2,4,5,6,7,8,9,10], до 25% пострадавших становятся инвалидами, при том до 90 % данной категории больных являются трудоспособным населением. [9,11,12,13,14,15,16]. Неправильное сращение костных фрагментов и внутрисуставной характер перелома пяточной кости приводят к развитию деформирующего артроза таранно-пяточного сустава. Частота посттравматического артроза таранно-пяточного сустава после переломов пяточной кости 3 типа по классификации Sanders составляет 23–47 %, 4 типа – достигает 73 % [1]. После переломов пяточной кости может развиваться посттравматическая деформация заднего отдела стопы, проявляющаяся деформирующим артрозом таранно-пяточного сустава (изолированно, или в сочетании с другими видами), снижением высоты пяточной кости, боковым смещением, вальгусным или варусным отклонением пяточной кости, утолщением пяточной кости, горизонтализацией таранной кости. Патологические изменения заднего отдела стопы приводят к нарушению функции опоры и ходьбы, развитию посттравматического плоскостопия, вторичного подошвенного фасциита, пяточно-малоберцового и таранно-большеберцового импиджмента, тендинопатии сухожилий задней группы мышц голени, малоберцовых мышц, формированию стойкого болевого синдрома [1,17,18,19,20, 21,22,23].

Лечение посттравматических деформаций заднего отдела стопы на сегодняшний день является актуальной проблемой в травматологии и ортопедии [24]. Консервативное лечение при данной патологии направлено на купирование болевого синдрома, при сохранении которого возникают показания к оперативному лечению [25]. Широко распространённым методом хирургического лечения посттравматических деформаций заднего отдела стопы является артродезирование таранно-пяточного сустава. Для эффективной коррекции разных видов деформаций заднего отдела стопы, артродез таранно-пяточного сустава используют в комбинации с другими оперативными методами (остеотомии, костная пластика, мягкотканый релиз) [17,20,26,27,28,29].

На основании литературных данных было выявлено, что неудовлетворительные результаты после артродеза таранно-пяточного сустава, связанные с недостаточной или избыточной коррекцией наклона пяточной кости, могут достигать 24 %, что говорит об актуальности проблемы хирургического лечения посттравматических деформаций заднего отдела стопы [30].

Цель. Изучить преимущества и недостатки известных методов хирургического лечения посттравматических деформаций заднего отдела стопы.

Материал и методы. Для анализа литературы использовались источники из международных баз данных Web of Science, Scopus, PubMed, а также отечественной библиотечной системы eLibrary.

Результаты.

Анатомо-функциональные особенности таранно-пяточного сустава.

Подтаранный сустав делится пазухой предплюсны (таранно-пяточная борозда) на таранно-пяточно-ладьевидный сустав спереди и таранно-пяточный сустав сзади [31,32], что дает возможность стопе выполнять движения в трех плоскостях, где супинация и пронация чередуются в гармоничном шаблоне, при этом наибольшее количество движений происходит в таранно – ладьевидном, а затем в таранно – пяточном суставах. Важно отметить, что замыкание тарано-ладьевидного сустава полностью блокирует движения в подтаранном суставе. Напротив, артродез таранно-пяточного сустава позволяет сохранить движения в таранно-ладьевидном и пяточно-кубовидном суставах, необходимых для полноценного функционирования стопы [32]. Таранная кость выступает в качестве вставочного сегмента между большеберцово-таранным, таранно-пяточным и таранно-ладьевидным суставами, поскольку не имеет прямых мышечных прикреплений, что обуславливает ключевую роль подтаранного сустава в биомеханике: амортизации и движениях стопы [25,31,32,33]. Основные движения в подтаранном суставе осуществляются в 1 и 5 фазу ходьбы. Во время «пяточного удара» (1 фаза ходьбы) при контакте пятки с поверхностью нагрузка на задний отдел стопы эксцентрическая. Для уменьшения вращательной нагрузки в суставах нижних конечностей в таранно-пяточном суставе происходит эверсионное движение амплитудой до 10 градусов. Также решающее значение отводится движению в данном суставе во время «фазы толчка» (5 фаза ходьбы). В эту фазу происходит инверсионное движение, что приводит к ротации пяточной кости кнутри, а таранной кости – кнаружи. Весь этот сложный механизм движений необходим, опять же, для погашения вращательной нагрузки в верхних отделах конечности. Стоит отметить амортизирующую функцию подтаранного сустава. В 1 фазу ходьбы эверсия в суставе обеспечивает свободу движения в поперечном суставе предплюсны необходимую для дальнейшего шага. Инверсионное движение в фазе толчка «закрывает» поперечный сустав предплюсны, обеспечивая жесткий рычаг, необходимый для завершения шага [25,31,32,34]. Длина мышц (длинного разгибателя пальцев, длинного разгибателя большого пальца, передней большеберцовой мышцы, задней большеберцовой мышцы, медиальной и латеральной головок икроножной мышцы, камбаловидной мышцы, длинного сгибателя большого пальца стопы, длинной и короткой малоберцовых мышц) в покое, траектории движения сухожилий этих мышц, сила мышц зависят от оптимального положения таранно-пяточного сустава. Именно поэтому очень важно фиксировать сустав в функциональном положении, чтобы добиться максимальной способности вышеописанных мышц генерировать

силу и сохранять максимальный объем движений в голеностопном суставе.

Большое значение для клинического исхода при артродезировании таранно-пяточного сустава имеет достижение оптимального параметра угла наклона пяточной кости (угол между механической осью пяточной и большеберцовой кости). Величина угла наклона пяточной кости зависит от создаваемого во время операции взаимного положения пяточной, таранной костей в таранно-пяточном суставе и объема костного трансплантата, что влияет на функцию смежных суставов и конечности в целом. Опубликованные в 2013 году результаты исследования американских ученых James R. Jastifer с соавторами, доказывают, что при выполнении артродеза в положении 5 градусов вальгусного отклонения пяточной кости (механическая ось пяточной кости отклонена от механической оси большеберцовой кости на 5 градусов) создаются благоприятные условия для движения в смежных суставах. При данной установке сила мышц достигает оптимальных значений [32]. Важно помнить, что сильная вальгизация неминуемо приведет к развитию пяточно-малоберцового импинджмента [33,34]. Чрезмерный вальгусный или варусный угол пяточной кости способствует возникновению ограничений движений в суставах, снижению мышечной силы, что в конечном исходе проявится в виде хромоты, усталости в ногах и болью при ходьбе.

Аугментационный артродез таранно-пяточного сустава.

Существует несколько видов оперативных доступов к таранно-пяточному суставу: заднелатеральный, латеральный L-образный доступ, доступ через предплюсневый синус, задний и срединный артротомические порты. Заднелатеральный доступ позволяет хорошо визуализировать таранно-пяточный сустав, однако недостатком его является невозможность выполнения резекции латеральной стенки пяточной кости. При использовании латерального L-образного доступа такого недостатка нет, однако увеличиваются риски некрозов кожи, расхождения швов, несращения в большем проценте случаев [19]. Доступ через предплюсневый синус также подходит для артродеза, но при данном типе доступа невозможна резекция боковой стенки пяточной кости [19]. Задний доступ осуществляется через ахиллово сухожилие или около него с латеральной стороны, при нем открывается только задняя сторона пяточной кости. Достоинствами являются сохранение кровотока и уменьшение риска расхождения швов, однако возрастает риск повреждения сосудисто-нервных пучков. Укладка пациента на операционном столе возможна: на животе [25,35], на спине, на боку [33,36,37]. В зависимости от тяжести деформации пяточной кости для уменьшения ее ширины прибегают к резекции латеральной стенки, данный этап операции производится для устранения импинджмента малоберцовых мышц [27,38]. При выполнении таранно-пяточного артродеза резецируют суставные поверхности таранной и пяточной кости до субхондральной кости, данный этап выполняют с помощью остеотомов и долот [36] или же используют

шейвер при артротомическом варианте операции [25]. После резекции позиционируют пяточную кость в заданный угол и промежуточно фиксируют одной или двумя спицами Киршнера. При необходимости заполнения дефекта используют костный трансплантат: алло-, ксено-, и ауто-трансплантаты [25,27,36]. В качестве ауто-трансплантата могут выступать фрагменты, остающиеся при резекции латеральной стенки пяточной кости [38,27,20,39,40], кортикальный слой передней стенки большеберцовой кости [41,42], трехкортикальный трансплантат из гребня подвздошной кости [19,43,44,36,45] и другие. Достоинством трехкортикального трансплантата является его прочность по сравнению с губчатыми трансплантатами, тем самым предотвращается потеря высоты пяточной кости после ее позиционирования во время операции, среди недостатков – болевой синдром в месте забора трансплантата, риск инфицирования, сложность в получении трансплантата соответствующего размера, связанная с непредсказуемостью размеров подвздошной кости [19]. Заслуживают внимания неоднозначные данные исследований по изучению сроков формирования анкилоза в зависимости от использования видов трансплантатов. В работе **Yildirim** говорится о получении лучших результатов при использовании трансплантата. [46]. Имеются данные об отсутствии преимуществ в применении ауто- и аллотрансплантатов, однако при применении последних удается избежать проблем с осложнениями, связанными с донорским местом [19]. В одном исследовании отмечено удлинение сроков анкилозирования почти в 2 раза при применении ксенотрансплантата лиофилизированной бычьей кости, по сравнению с ауто-трансплантатом из гребня подвздошной кости [47]. В большинстве исследований для фиксации зоны артродеза и трансплантата используются 2 конюлированные винта диаметром 7,3 мм [27,36,35]. Винты проводят со стороны пяточной кости, однако есть исследования, в которых описывают проведение винтов со стороны таранной кости [48,49]. Такое расположение винтов способствует уменьшению послеоперационных жалоб, связанных с болью в месте шляпки винта при проведении их через пяточную кость, но недостатком данного способа является риск повреждения сосудисто-нервного пучка [49]. Также известны способы фиксации без применения металлоконструкций [41]. Послеоперационное ведение включает гипсовую иммобилизацию на 6-8 недель без опоры на ногу, далее иммобилизация с частичной нагрузкой [33,38,35]. Практически во всех использованных в этом обзоре статьях сообщалось о возникновении следующих осложнений: несостоятельность артродеза, неправильное сращение в связи с недостаточной или гиперкоррекцией угла наклона пяточной кости, раневая инфекция, повреждение нервов, регионарный болевой синдром в области головок винтов [26,50,30]. В связи с этим возникает необходимость расчета оптимального объема костного трансплантата для улучшения клинико-функциональных результатов лечения пациентов с посттравматическими деформациями заднего отдела стопы.

таранно-пяточный артродез. В исследование были включены 19 мужчин и 12 женщин. Показанием к артродезу являлись: в 18 случаях посттравматический артроз подтаранного сустава, в 15 случаях были нетравматические артрозы: в следствии вальгусной деформации заднего отдела стопы, таранно-пяточной коалиции, плоскостопия из-за дисфункции сухожилия задней большеберцовой мышцы, а также подтаранная нестабильность как следствие нервно-сосудистых заболеваний. В 19 случаях применялась аугментационная костная пластика (в 16 ауто трансплантат из гребня подвздошной кости, 3 случаях использовалась аллотрансплантат), тогда как в 14 случаях пластика не проводилась. Средний балл по шкале AOFAS составил до операции 46 и 77 после операции. Из осложнений были диагностированы два несращения связанные с развитием инфекции. Также в 5 случаях после операции была отмечена рефлекторная симпатическая дистрофия (РСД). Авторы отмечают, что пациенты с посттравматическим артрозом были более склонны к РСД. В 7 случаях при последующих осмотрах был диагностирован артроз таранно-ладьевидного сустава. В данном исследовании приводятся данные, что использование трансплантата достоверно уменьшает сроки формирования анкилоза.

Похожие данные были получены у S. Rammelt et al (2004г.) [26]. Были проанализированы результаты лечения 31 пациента с посттравматическим артрозом таранно-пяточного сустава. Для оценки эффективности лечения помимо шкалы AOFAS применялась педобарография. Средние результаты по шкале AOFAS составили до операции 23,5 после 73,2. По результатам педобарографии уменьшилась нагрузка на задние отделы стопы и сравнилась с показателями на здоровой стороне. Также уменьшилось время контакта пятки с поверхностью, что говорит о улучшении цикла шага. У всех пациентов достигнуто полное сращение в зоне артродеза. Желаемое положение костей заднего отдела стопы (5 градусов вальгусного отклонения пяточной кости) контролировали интродооперационными рентгенограммами в стандартных проекциях и в проекции Broden. В качестве трансплантата использовали трехкортикальный костный блок, взятый из гребня подвздошной кости, аллотрансплантаты не использовались. Осложнения наблюдались у 4 человек. У одного пациента произошла миграция костного блока через 2 месяца после ранней нагрузки на ногу, что привело к варусной деформации заднего отдела стопы. В других случаях развилась инфекция мягких тканей, кожная аллергическая реакция, также был отмечен подошвенный экзостоз, потребовавший его удаления вместе с металлоконструкцией. В 2015 году Carlo Henning et al. [47] оценил скорость формирования анкилоза используя разные трансплантаты. В данной статье сравнивались трехкортикальный гребень подвздошной кости и лиофилизированная бычья кость. Из 12 пациентов с посттравматическим артрозом таранно-пяточного сустава были сформированы 2 группы: в 1 группе использовали ауто трансплантат, во 2 группе - ксенотрансплантат. Для коррекции соотношения костей заднего отдела

стопы использовали интродооперационные рентгенограммы. Среднее значение по шкале AOFAS составили до операции 37,8 после 68,3, по шкале ВАШ средний балл 5,1 до операции и 2,2 после. В послеоперационном периоде 4 пациента из 1 группы отметили болевой синдром в месте забора кости. Было установлено, что средний срок консолидации при использовании трехкортикального гребня подвздошной кости равен 10,7 недель, тогда как в группе, где применялся лиофилизированный бычий трансплантат, составил 28,8 недель, что почти в 2 раза больше. Было получено одно несращение в группе с ксенотрансплантатами, авторы связывают это осложнение с табакокурением пациента. В своем исследовании Sadek et al. в 2019 [33] году оценивал результаты артродеза таранно-пяточного сустава с использованием трансплантата в сочетании с тенотомией короткой малоберцовой мышцы и проксимальным тенодезом длинной малоберцовой мышцы для декомпрессии пяточно-малоберцового пространства. Как и в предыдущих исследованиях авторы стремились придать положение таранно-пяточного артродеза – 5 градусов вальгусного отклонения пяточной кости. Особенность данной операции состояла в том, что производили еще один разрез для доступа к сухожилию короткой малоберцовой мышцы, которое пересекали, проксимальный конец подшивали к сухожилию длинной малоберцовой мышцы, а дистальный конец подшивали к месту крепления пяточно-малоберцовой связки. По мнению авторов, это способствует декомпрессии пяточно-малоберцового пространства, что в свою очередь купирует тенденит сухожилий малоберцовых мышц, профилактике вывихов сухожилий, а также пяточно-малоберцового импиджмента. При необходимости коррекции угловых деформаций в качестве трансплантата использовали трехкортикальный гребень из подвздошной кости. Для фиксации применяли скобы. Среднее значение по шкале AOFAS составили до операции 46,6 после 84,9 баллов, по шкале ВАШ средний балл до операции 7,6 и 1,3 после. В данном исследовании осложнений в послеоперационном периоде у прооперированных пациентов не было. Amr Farouk et al. в 2019 г. [38] проанализировали результаты лечения 18 пациентов, которые были прооперированы с 2013 по 2015 гг. Всем пациентам был выполнен артродез таранно-пяточного сустава в связи с посттравматическим артрозом после перелома пяточной кости. Проводилась рентгенологическая оценка с использованием переднезадней и боковой рентгенограмм с нагрузкой и компьютерной томографией голеностопного сустава и стопы. Также оценивалась походка, измерялась продолжительность и ширина шага, комфортная скорость. Помимо таранно-пяточного артродеза выполнялась косая минус-клин остеотомия пяточной кости. В качестве трансплантата использовали губчатую кость, удаленную после экзостозэктомии пяточной кости, и клин, полученный после остеотомии. Результаты показали, что у всех пациентов через 18 месяцев достигнуто костное сращение. Среднее значение по шкале AOFAS составили до операции 59,8 после 80,1 баллов, по шкале ВАШ

средний балл до операции 61,1 и 34,1 после. При анализе ходьбы выявлено улучшение походки. У некоторых пациентов возникли послеоперационные осложнения: у одного - поверхностная инфекция мягких тканей, у двоих было отмечено вторичное заживление послеоперационной раны. Российские коллеги Коробушкин Г.В. и соавторы в 2022 году [27] опубликовали статью, где проанализировали результаты лечения 13 пациентов с последствиями перелома пяточной кости методикой таранно-пяточного артродеза. Для выбора вида оперативного вмешательства использовалась классификация Zwipp и Rammelt. Оценку результатов проводили по AOFAS и ВАШ. Средние значения по шкале AOFAS 19 баллов до лечения и 78 баллов после ($p \leq 0,05$), по шкале ВАШ средние значения 7 баллов до лечения и 3 балла при оценке после лечения ($p \leq 0,05$). В качестве трансплантата у 8 пациентов выступала губчатая кость, полученная после экзостозэктомии пяточной кости, у одного пациента использовали аллотрансплантат. Всем остальным пациентам, согласно выбранной классификации, использование артродеза с костной пластикой показано не было. Было отмечено достоверное улучшение рентгенологических параметров. Описано только одно осложнение при использовании аллотрансплантата, где наблюдалось длительное заживление раны. В связи с этим пришлось прибегнуть к хирургической обработке раны и удалению аллотрансплантата, однако после заживления раны артродез состоялся. Авторы отмечают важность предоперационного планирования, в особенности 3D-моделирования, которое помогает предположить объем необходимого вмешательства.

Заключение.

Проведенный анализ литературных данных, касающихся проблем хирургического лечения посттравматических деформаций заднего отдела стопы, позволил заключить, что таранно-пяточный артродез является операцией выбора и достоверно значительно позволяет улучшить результаты восстановления функций стопы и купирование болевого синдрома в послеоперационном периоде. Важным и необходимым является проведение предоперационного планирования, включающего точный расчет необходимой коррекции деформации заднего отдела стопы и оптимального объема костной пластики.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCE

1. Коновальчук Н. С., Сорокин Е. П., Фомичев В. А. и др. Применение комбинации артродезирования подтаранного сустава и корригирующей остеотомии пяточной кости для лечения пациентов с последствиями

переломов пяточной кости // Актуальные проблемы травматологии и ортопедии: сборник научных статей, посвященный 110-летию РНИИТО им. Р.Р. Вредена. – Санкт-Петербург: Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена – 2016. – С. 96-99. [Konoval'chuk NS, Sorokin EP, Fomichev VA et al. Primenenie kombinacii artrodezirovaniya podtarannogo sustava i korriruyushchej osteotomii pyatochnoj kosti dlya lecheniya pacientov s posledstviyami perelomov pyatochnoj kosti [The use of a combination of arthrodesis of the subtalar joint and corrective osteotomy of the calcaneus for the treatment of patients with consequences of calcaneal fractures]. Aktual'nye problemy travmatologii i ortopedii: sbornik nauchnyh statej, posvyashchennyj 110-letiyu RNIITO im. R.R. Vredena. – Sankt-Peterburg: Rossijskij ordena Trudovogo Krasnogo Znameni nauchno-issledovatel'skij institut travmatologii i ortopedii im. R.R. Vredena [Current problems of traumatology and orthopedics: a collection of scientific articles dedicated to the 110th anniversary of the RNIITO named after R.R. Harmful. – St. Petersburg: Russian Order of the Red Banner of Labor Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vredena]. 2016; 96-99. (In Russ.)].

2. Ардашев И. П., Калашников В. В., Калашников В. В. и др. Диагностика и хирургическое лечение оскольчатых чрессуставных переломов пяточной кости // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 4(54). – С. 31-36. [Ardashev IP, Kalashnikov VV, Kalashnikov VV et al. Diagnostika i hirurgicheskoe lechenie oskol'chatyh chressustavnyh perelomov pyatochnoj kosti [Diagnosis and surgical treatment of comminuted transarticular fractures of the calcaneus]. Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and orthopedics in Russia]. 2009; 4(54): 31-36. (In Russ.)].
3. Дмитриев О. А. Малоинвазивный остеосинтез закрытых переломов пяточной кости // автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук. – Москва, 2015. – С. 22. [Dmitriev OA. Maloinvazivnyj osteosintez zakrytyh perelomov pyatochnoj kosti [Minimally invasive osteosynthesis of closed calcaneal fractures: specialty]. avtoref. dis.na soisk. uchen. step. kand. med. nauk [abstract dis. candidate of Medical Sciences]. Moskva; 2015: 22 c. (In Russ.)].
4. Саймон Р. Р., Шерман С. С., Кенигснехт С. Дж. Неотложная травматология и ортопедия. Верхние и нижние конечности // Пер. с англ. - М.; СПб: «Издательский дом БИНОМ» – 2019. – С. 515-526. [Sajmon RR, Sherman SS, Kenigsnekht SDzh. Neotlozhnaya travmatologiya i ortopediya. Verhnie i nizhnie konechnosti [Emergency traumatology and orthopedics. Upper and lower limbs]. Per. s angl. M.; SPb: «Izdatel'skij dom BINOM» [St. Petersburg: «BINOM» Publishing House]. 2019: 515-526. (In Russ.)].
5. Голухов Г. Н. Травматизм взрослого населения // Здравоохранение Российской Федерации. – 2007. – № 5. – С. 49-51. [Goluhov GN. Travmatizm vzroslogo naseleniya [Injuries of the adult population]. Zdravooxranenie Rossijskoj Federacii [Healthcare of the Russian Federation]. 2007; 5: 49-51. (In Russ.)].
6. Rutt A. Surgery of the lower leg and foot. A. Rutt. Stuttgart New-York G. Thieme. 1980; - Vol. 2. - 662 p.
7. Wedmore IS, Charette J. Emergency department evaluation and treatment of ankle and foot injuries. Emerg Med Clin North Am. 2000 Feb;18(1):85-113, vi. DOI: 10.1016/s0733-8627(05)70109-7
8. Germann CA, Perron AD, Miller MD et al. Orthopedic pitfalls in the ED: Calcaneal fractures. Am J Emerg Med. 2004 Nov;22(7):607-11. DOI: 10.1016/j.ajem.2004.09.008

9. Балагурова Г. Г., Редков С. Н., Дивух О. В. и др. Исходы лечения тяжелых переломов пяточных костей и причины выхода на инвалидность // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 4(54). – С. 91-93. [Balagurova GG, Redkov SN, Divuh OV et al. Iskhody lecheniya tyazhelykh perelomov pyatochnykh kostey i prichiny vyhoda na invalidnost' [Outcomes of treatment of severe fractures of the calcaneal bones and reasons for disability]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2009; 4(54): 91-93. (In Russ.)].
10. Маслов В. В. Диагностика и лечение переломов пяточной кости // автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук. Иваново – 2007. [Maslov VV. Diagnostika i lechenie perelomov pyatochnoj kosti [Diagnosis and treatment of calcaneal fractures]. avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. med. nauk. [abstract dis. candidate of Medical Sciences]. Ivanovo; 2007. (In Russ.)].
11. Бондарев В. Б., Каленский В. О., Иванов П. А. Особенности повреждений заднего отдела стопы у пациентов с сочетанной травмой // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. – 2016. – № 2. – С. 20-24. [Bondarev VB, Kalenskij VO, Ivanov PA. Osobennosti povrezhdenij zadnego otdela stopy u pacientov s sochetannoju travmoju [Features of injuries to the hindfoot in patients with combined trauma]. *Neotlozhnaya medicinskaya pomoshch'*. *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo* [Emergency medical care. Journal named after N.V. Sklifosovskiy]. 2016; 2: 20-24. (In Russ.)].
12. Ahrberg AB, Leimcke B, Tiemann AH, Josten C, Fakler JK. Missed foot fractures in polytrauma patients: a retrospective cohort study. *Patient Saf Surg*. 2014 Feb 25;8(1):10. DOI: 10.1186/1754-9493-8-10
13. Tran T, Thordarson D. Functional outcome of multiply injured patients with associated foot injury. *Foot Ankle Int*. 2002 Apr;23(4):340-3. DOI: 10.1177/107110070202300409
14. Привалов А. М. Подтаранный артодез в лечении заболеваний и травм костей заднего отдела // автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук Санкт-Петербург – 2009. [Privalov AM. Podtarannyj artodez v lechenii zabolevanij i travm kostej zadnego otdela [Subtalar arthrodesis in the treatment of diseases and injuries of the posterior bones]. avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. med. nauk. [abstract dis. candidate of Medical Sciences]. Sankt-Peterburg; 2009. (In Russ.)].
15. Рахманкулов Э. Н. Диагностика и комплексное лечение переломов пяточной кости со смещением отломков // автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук., УФА – 2001. [Rahmankulov EN. Diagnostika i kompleksnoe lechenie perelomov pyatochnoj kosti so smeshcheniem otlomkov [Diagnosis and complex treatment of calcaneus fractures with displacement of fragments]. avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. med. nauk. [abstract dis. candidate of Medical Sciences]. UFA; 2001. (In Russ.)].
16. Дрягин В. Г. Диагностика и лечение нестабильных переломов пяточной кости // автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук УФА – 2004. [Dryagin VG. Diagnostika i lechenie nestabil'nykh perelomov pyatochnoj kosti [Diagnosis and treatment of unstable fractures of the calcaneal bone]. avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. med. nauk. [abstract dis. candidate of Medical Sciences]. UFA; 2004. (In Russ.)].
17. Тихилов Р. М., Фомин Н. Ф., Коришков Н. А. и др. Современные аспекты лечения последствий переломов костей заднего отдела стопы // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 2(52). – С. 144-149. [Tihilov RM, Fomin NF, Koryshkov NA, et al. Sovremennye aspekty lecheniya posledstvij perelomov kostej zadnego otdela stopy [Modern aspects of treatment of the consequences of bone fractures of the hindfoot]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics in Russia]. 2009; 2(52): 144-149. (In Russ.)].
18. Ефимов А. П. Клинически значимые параметры походки // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 1(63). – С. 60-65. [Efimov AP. Klinicheski znachimye parametry pohodki [Clinically significant gait parameters]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. [Traumatology and orthopedics in Russia]. 2012; 1(63): 60-65. (In Russ.)].
19. Wang S, Li J, Huang F, Liu L. Application and research progress of subtalar distraction bone block arthrodesis in treatment of calcaneus fracture malunion. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2017 Jun 15;31(6):755-759. Chinese. DOI: 10.7507/1002-1892.201611058
20. Clare MP, Lee WE 3rd, Sanders RW. Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions. *J Bone Joint Surg Am*. 2005 May;87(5):963-73. DOI: 10.2106/JBJS.C.01603
21. Rammelt S, Marx C. Managing Severely Malunited Calcaneal Fractures and Fracture-Dislocations. *Foot Ankle Clin*. 2020 Jun;25(2):239-256. DOI: 10.1016/j.fcl.2020.02.005
22. Gavlik JM, Rammelt S, Zwipp H. Percutaneous, arthroscopically-assisted osteosynthesis of calcaneus fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2002 Nov;122(8):424-8. DOI: 10.1007/s00402-002-0397-4
23. Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intraarticular fractures of the foot. Surgical management of calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993 Jul;(292):128-34.
24. Тихилов Р. М., Коришков Н. А., Привалов А. М., Безгодков Ю. А. Вариант выполнения артродеза подтаранного сустава // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 2(52). – С. 127-129. [Tihilov RM, Koryshkov NA, Privalov AM, Bezgodkov Yu A. Variant vypolneniya artrodeza podtarannogo sustava [Subtalar joint arthrodesis option]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. [Traumatology and orthopedics in Russia]. 2009; 2(52): 127-129. (In Russ.)].
25. Wagner E, Melo R. Subtalar Arthroscopic Fusion. *Foot Ankle Clin*. 2018 Sep;23(3):475-483. DOI: 10.1016/j.fcl.2018.04.007
26. Rammelt S, Grass R, Zawadski T, Biewener A, Zwipp H. Foot function after subtalar distraction bone-block arthrodesis. A prospective study. *J Bone Joint Surg Br*. 2004 Jul;86(5):659-68. DOI: 10.1302/0301-620x.86b5.14205
27. Коробушкин Г. В., Чеботарев В. В., Ишкиняев И. Д., Мирошникова Е. А. Клиническое наблюдение. Лечение пациента с застарелым переломом пяточной кости. Оценка отдаленного 10-ти летнего результата лечения после выполнения корригирующей остеотомии Ромаш, латеральной декомпрессией, подтаранного артродеза // Травматология и ортопедия в Казахстане. – 2021. – Т. 4, вып.60. – С. 46-53. [Korobushkin GV, Chebotarev VV, Ishkinyayev ID, Miroshnikova EA. Klinicheskoe nablyudenie. Lechenie pacienta s zastarelym perelomom pyatochnoj kosti. Ocenka otdalennogo 10-ti letnego rezultata lecheniya posle vypolneniya korriruyushchej osteotomii Romash, lateral'noj dekompressiej, podtarannogo artrodeza [Clinical observation. Treatment of a patient with an old calcaneal fracture. Evaluation of the long-term 10-year outcome of treatment after corrective Romash osteotomy, lateral decompression, and subtalar arthrodesis]. *Travmatologiya i ortopediya v Kazahstane* [Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan]. 2021; 4(60): 46-53. (In Russ.)]. DOI 10.52889/1684-9280 2021-4-60-46-53
28. Sammarco GJ, Tablante EB. Subtalar arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res*. 1998 Apr;(349):73-80. DOI: 10.1097/00003086-199804000-00010
29. Fuhrmann RA, Pillukat T. Die Arthrodesese des Subtalar-gelenks [Subtalar arthrodesis]. *Oper Orthop Traumatol*.

- 2016 Jun;28(3):177-92. German. DOI: 10.1007/s00064-016-0438-8
30. Tuijthof GJ, Beimers L, Kerkhoffs GM, Dankelman J, Dijk CN. Overview of subtalar arthrodesis techniques: options, pitfalls and solutions. *Foot Ankle Surg.* 2010 Sep;16(3):107-16. DOI: 10.1016/j.fas.2009.07.002
 31. Krähenbühl N, Horn-Lang T, Hintermann B, Knupp M. The subtalar joint: A complex mechanism. *EFORT Open Rev.* 2017 Jul 6;2(7):309-316. DOI: 10.1302/2058-5241.2.160050.
 32. Jastifer JR, Gustafson PA, Gorman RR. Subtalar arthrodesis alignment: the effect on ankle biomechanics. *Foot Ankle Int.* 2013 Feb;34(2):244-50. DOI: 10.1177/1071100712464214
 33. Sadek AF, Fouly EH, Soliman AM. Combined subtalar distraction arthrodesis with peroneus brevis tenotomy for posttraumatic subtalar arthritis. *Foot Ankle Surg.* 2020 Aug;26(6):687-692. DOI: 10.1016/j.fas.2019.08.012
 34. Карданов А. А. Хирургическая коррекция деформаций стопы // Москва издательский дом «Медпрактика-М». – 2016. – С. 13-17. [Kardanov AA. Hirurgicheskaya korrekciya deformacij stopy [Surgical correction of foot deformities]. Moskva izdatel'skij dom «Medpraktika-M». [Moscow publishing house «Medpraktika-M»]. 2016; 13-17. (In Russ.)].
 35. Trnka HJ, Easley ME, Lam PW, Anderson CD, Schon LC, Myerson MS. Subtalar distraction bone block arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001 Aug;83(6):849-54. DOI: 10.1302/0301-620x.83b6.10537
 36. Chraim M, Recheis S, Alrabai H, Wenzel-Schwarz F, Trnka HJ, Bock P. Midterm Outcome of Subtalar Joint Revision Arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2021 Jul;42(7):824-832. DOI: 10.1177/1071100721995187
 37. Richter M, Zech S, Bay R. 3D-imaging (ARCADIS) based computer assisted surgery (CAS) guided drilling for screw placement in subtalar fusion. *Foot Ankle Int.* 2009 Feb;30(2):163-6. DOI: 10.3113/FAI-2009-0163
 38. Farouk A, Ibrahim A, Abd-Ella MM, El Ghazali S. Effect of Subtalar Fusion and Calcaneal Osteotomy on Function, Pain, and Gait Mechanics for Calcaneal Malunion. *Foot Ankle Int.* 2019 Sep;40(9):1094-1103. DOI: 10.1177/1071100719853291
 39. Flemister AS Jr, Infante AF, Sanders RW, Walling AK. Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 2000 May;21(5):392-9. DOI: 10.1177/107110070002100506
 40. Molloy AP, Myerson MS, Yoon P. Symptomatic nonunion after fracture of the calcaneum. Demographics and treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 2007 Sep;89(9):1218-24. DOI: 10.1302/0301-620X.89B9.19105
 41. Mosca M, Caravelli S, Vannini F, Pungetti C, Catanese G, Massimi S, Fuiano M, Faldini C, Giannini S. Mini Bone Block Distraction Subtalar Arthrodesis (SAMBB) in the Management of Acquired Adult Flatfoot with Subtalar Arthritis: A Modification to the Grice-Green Procedure. *Joints.* 2019 Dec 13;7(2):64-70. DOI: 10.1055/s-0039-3400452
 42. Pedrazzini A, Bastia P, Bertoni N, Ceccarelli F, Pogliacomi F. Grice subtalar arthrodesis of bilateral adult flatfoot in a professional dancer: a case report. *Acta Biomed.* 2021 Jul 26;92(S3):e2021003. DOI: 10.23750/abm.v92iS3.11527
 43. Bednarz PA, Beals TC, Manoli A 2nd. Subtalar distraction bone block fusion: an assessment of outcome. *Foot Ankle Int.* 1997 Dec;18(12):785-91. DOI: 10.1177/107110079701801206
 44. Burton DC, Olney BW, Horton GA. Late results of subtalar distraction fusion. *Foot Ankle Int.* 1998 Apr;19(4):197-202. DOI: 10.1177/107110079801900402
 45. Easley ME, Trnka HJ, Schon LC, Myerson MS. Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 May;82(5):613-24. DOI: 10.2106/00004623-200005000-00002
 46. Yildirim T, Sofu H, Çamurcu Y, Özcan Ç, Öner A, Şahin V. Isolated subtalar arthrodesis. *Acta Orthop Belg.* 2015 Mar;81(1):155-60
 47. Henning C, Poglia G, Leie MA, Galia CR. Comparative study of subtalar arthrodesis after calcaneal fracture malunion with autologous bone graft or freeze-dried xenograft. *J Exp Orthop.* 2015 Dec;2(1):10. DOI: 10.1186/s40634-015-0024-2
 48. Chan SC, Alexander IJ. Subtalar arthrodesis with interposition tricortical iliac crest graft for late pain and deformity after calcaneus fracture. *Foot Ankle Int.* 1997 Oct;18(10):613-5. DOI: 10.1177/107110079701801002
 49. Yuan CS, Sun JJ, Wu SY, Jing GQ, Xie MM, Tang KL. Analysis of the stress distribution of the subtalar joint and fusion efficacy after double-screw insertion. *J Orthop Surg Res.* 2019 Jan 14;14(1):20. DOI: 10.1186/s13018-018-1034-4
 50. Amendola A, Lammens P. Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int.* 1996 Oct;17(10):608-14. DOI: 10.1177/107110079601701004
 51. Baravarian B. Block distraction arthrodesis for the treatment of failed calcaneal fractures. *Clin Podiatr Med Surg.* 2004 Apr;21(2):241-50. DOI: 10.1016/j.cpm.2004.01.004
 52. Sun L, Kong Z, Xu M. Minimally invasive subtalar arthrodesis for traumatic subtalar arthritis. *J Int Med Res.* 2019 Dec;47(12):6129-6138. DOI: 10.1177/0300060519847814