

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto501806>

# Ревизионные оперативные вмешательства после артрорезирования голеностопного сустава с фиксацией ретроградным интрамедуллярным стержнем на фоне осложнений механического происхождения

К.А. Гражданов, П.П. Зуев, О.А. Кауц, А.В. Баратов, И.А. Норкин

Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, Саратов, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Среди всех заболеваний опорно-двигательной системы с поражением суставов нижних конечностей крузартроз достигает 25% случаев. Поздние стадии крузартроза являются показаниями для выполнения артрореза голеностопного сустава. До настоящего времени среди специалистов, выполняющих подобные операции, нет единого мнения как о способе обработки суставных поверхностей голеностопного сустава, так и о методике их фиксации. Литературные данные и наши собственные наблюдения свидетельствуют о том, что от 8 до 20% выполненных операций с использованием ретроградных блокируемых стержней требуют ревизионных хирургических вмешательств в связи с нарушением процесса формирования костного анкилоза голеностопного сустава на фоне осложнений механического происхождения, связанных с установленным фиксатором: асептического расшатывания элементов конструкции, усталостного перелома интрамедуллярного стержня и блокирующих винтов, перимплантного перелома большеберцовой кости.

**Описание клинических случаев.** Цель работы состояла в том, чтобы изучить и продемонстрировать результаты ревизионных оперативных вмешательств, выполненных в связи с несостоявшимся анкилозом после артрорезирования голеностопного сустава с фиксацией интрамедуллярным стержнем на фоне развившихся осложнений механического происхождения. Проведены клинические наблюдения ревизионных вмешательств по поводу несостоявшегося анкилоза голеностопного сустава на фоне осложнений механического происхождения при использовании в качестве первичного фиксатора ретроградного блокируемого интрамедуллярного стержня. В рамках нашей работы представлена технология ревизионных хирургических вмешательств при компрометации процессов формирования костного блока голеностопного сустава, связанной с асептическим расшатыванием элементов конструкции, усталостным переломом интрамедуллярного стержня и блокирующих винтов, перимплантным переломом большеберцовой кости.

**Заключение.** Выполнение ревизионных оперативных вмешательств при осложнениях механического происхождения после артрорезирования голеностопного сустава с фиксацией интрамедуллярным стержнем требует индивидуального подхода в каждом клиническом случае.

**Ключевые слова:** ревизионное артрорезирование; голеностопный сустав; дефект костной ткани; интрамедуллярный стержень; клинический случай.

## Как цитировать:

Гражданов К.А., Зуев П.П., Кауц О.А., Баратов А.В., Норкин И.А. Ревизионные оперативные вмешательства после артрорезирования голеностопного сустава с фиксацией ретроградным интрамедуллярным стержнем на фоне осложнений механического происхождения // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 4. С. 481–490. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto501806>

Рукопись получена: 22.06.2023

Рукопись одобрена: 17.10.2023

Опубликована: 19.12.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto501806>

# Revision surgeries following ankle arthrodesis fixed with retrograde intramedullary nails affected by mechanical complications

Konstantin A. Grazhdanov, Pavel P. Zuev, Oleg A. Kauts, Andrey V. Baratov, Igor A. Norkin

Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** 25 percent of all musculoskeletal diseases that involve joints of the lower extremities accrues to ankle arthrosis. Late stages of this disease are indications for ankle arthrodesis. To date, surgeons who perform ankle arthrodesis do not agree about both the treatment technique for ankle articular surfaces and the method of their fixation, but other studies and our own observations suggest that 8 to 20 percent of the surgeries performed with retrograde locking rods lead to revision interventions due to the disorder of ankle ankylosis formation caused by mechanical complications associated with the implanted fixators (aseptic loosening of their parts, stress fracture of the intramedullary nail or locking screws, peri-implant tibia fracture).

**CLINICAL CASES DESCRIPTION:** The aim of this work was to study and demonstrate the results of revision surgical interventions performed for failed ankylosis after ankle arthrodesis with intramedullary rod fixation against the development of mechanical complications. Clinical observations of revision interventions for failed ankylosis of the ankle joint against the complications due to mechanical origin using a retrograde blockable intramedullary rod as the primary fixator were carried out. Our work presents the technology of revision surgical interventions in case of compromised processes of ankle joint bone block formation associated with aseptic loosening of the structural elements, stress fracture of the intramedullary rod and blocking screws, tibial peri-implant fracture.

**CONCLUSION:** Revision surgery for complications due to mechanical origin after ankle arthrodesis with intramedullary rod fixation requires an individual approach in each clinical case.

**Keywords:** revision arthrodesis; ankle joint; bone defect; intramedullary nail; case report.

## To cite this article:

Grazhdanov KA, Zuev PP, Kauts OA, Baratov AV, Norkin IA. Revision surgeries following ankle arthrodesis fixed with retrograde intramedullary nails affected by mechanical complications. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(4):481–490. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto501806>

Received: 22.06.2023

Accepted: 17.10.2023

Published: 19.12.2023

## ОБОСНОВАНИЕ

Среди всех заболеваний опорно-двигательной системы с поражением суставов нижних конечностей крузартроз достигает 25% случаев, большинство из которых (70–78%) возникают на фоне ранее перенесённых внутрисуставных повреждений дистального отдела голени, характеризуются прогрессирующим болевым синдромом и в конечном итоге приводят к стойкой потере трудоспособности [1–4].

Поздние стадии крузартроза, сопровождающиеся выраженными контрактурами, деформациями вследствие неправильно сросшихся переломов, нестабильностью сустава с нарушением опороспособности конечности, являются показаниями для выполнения артрореза голеностопного сустава. До настоящего времени среди специалистов, выполняющих подобные операции, нет единого мнения как о способе обработки суставных поверхностей голеностопного сустава, так и о методике их фиксации. Преобладают мнения, что для создания костного анкилоза голеностопного сустава первостепенное значение имеет полное удаление суставного хряща до появления кровоточивости подлежащей кости, другие авторы придают большее значение жесткой фиксации таранно-большеберцового комплекса.

Выбор устройства для фиксации голеностопного сустава обосновывается рядом факторов. При наличии хронического воспаления, в том числе в период стойкой ремиссии, предпочтительно использование аппарата внешней фиксации. Возможность сохранения функции подтаранного сустава, а также авторские предпочтения обуславливают активное применение для фиксации голеностопного сустава компрессионных винтов и наkostных пластин с угловой стабильностью винтов. Достаточно широкое распространение имеет интрамедуллярная фиксация с использованием ретроградных блокируемых стержней в связи со своей относительной простотой, особенно при вовлечении в патологический процесс таранно-пяточного сочленения [5–8].

Ревизионные оперативные вмешательства после артрорезирования по поводу посттравматического крузартроза выполняются при развитии инфекционных осложнений или при отсутствии сращения голеностопного сустава. Среди причин компрометации процессов формирования костного блока авторы исследований выделяют несколько: возраст пациента старше 60 лет, регионарный остеопороз, асептический некроз таранной кости, курение и нестабильность установленной конструкции [9–11].

Литературные данные и наши собственные наблюдения свидетельствуют о том, что от 8 до 20% выполненных операций с использованием ретроградных блокируемых стержней требуют ревизионных хирургических вмешательств в связи с нарушением процесса формирования костного анкилоза голеностопного сустава на фоне осложнений механического происхождения, связанных с установленным фиксатором (асептическое расшатывание

элементов конструкции, усталостный перелом интрамедуллярного стержня и блокирующих винтов, периимплантный перелом большеберцовой кости) [10, 12, 13].

**Цель работы** — изучить и продемонстрировать результаты ревизионных оперативных вмешательств, выполненных в связи с несостоявшимся анкилозом после артрорезирования голеностопного сустава с фиксацией интрамедуллярным стержнем на фоне развившихся осложнений механического происхождения.

## МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Основные принципы ревизионных оперативных вмешательств, выполняемых в связи с нарушением процесса формирования костного анкилоза голеностопного сустава, в целом соответствуют общей методологии выполнения подобных процедур: удаление несостоятельной металлоконструкции, восстановление конгруэнтности сочленяющихся поверхностей и возобновление стабильной и надёжной фиксации сегмента конечности [14].

При выборе тактики и методики проведения ревизионного артрореза голеностопного сустава необходимо учитывать вид выявленного осложнения, явившегося причиной неудовлетворительного исхода, стадию формирования костного блока (парциальное формирование или полное его отсутствие), состояние костных структур голеностопного сустава, а также степень вовлечения в патологический процесс подтаранного сустава и пяточной кости [13, 15].

В период с 2019 по 2022 г. в Научно-исследовательском институте травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» выполнено 22 ревизионных вмешательства по поводу несостоявшегося анкилоза голеностопного сустава при использовании в качестве первичного фиксатора ретроградного блокируемого интрамедуллярного стержня. Среди пациентов было 13 женщин (средний возраст  $48 \pm 7$  лет) и 9 мужчин (средний возраст  $47 \pm 5$  лет), повторное обращение в сроки от 3 до 9 месяцев было связано с болевым синдромом в области голеностопного сустава и ограничением или невозможностью опоры на ранее оперированную конечность. Результаты обследования показали, что наиболее частой причиной нарушения процессов формирования костного блока явилось асептическое расшатывание элементов установленной конструкции — 12 клинических наблюдений; усталостный перелом интрамедуллярного стержня на фоне замедленной консолидации отмечен у 7 пациентов. В 3 наблюдениях был диагностирован периимплантный перелом большеберцовой кости. Всем пациентам были проведены ревизионные оперативные вмешательства.

При асептическом расшатывании элементов конструкции интрамедуллярного фиксатора оперативное вмешательство включало удаление ранее установленной

металлоконструкции, для восстановления условий формирования костного анкилоза проводили моделирующую реваскуляризирующую экономную резекцию суставных поверхностей таранной и большеберцовой кости, для реконструкции сочленяющихся поверхностей таранной и большеберцовой кости, пяточной кости очаговые или краевые костные дефекты метаэпифиза большеберцовой кости, купола таранной кости замещали аллогенной костной крошкой или губчатыми аутотрансплантатами. Если имелся полный костный дефект метаэпифиза большеберцовой и таранной кости, выполняли пластику дефекта аллогенным массивным костным трансплантатом. Для стабилизации таранно-пяточного комплекса использовали накостные пластины с угловой стабильностью винтов. При клинически значимых изменениях подтаранного сустава в качестве фиксатора может быть использован массивный аутогенный диафизарный костный трансплантат для формирования двухсуставного анкилоза.

При усталостном переломе интрамедуллярного стержня на фоне парциального формирования костного анкилоза голеностопного сустава выполняли удаление первично установленного фиксатора, для восстановления условий формирования костного анкилоза проводили реваскуляризирующую остеотомию или остеоперфорацию сочленяющихся поверхностей таранной и большеберцовой кости. Для реостеосинтеза использовали интрамедуллярный стержень удлинённой версии с перекрытием зоны прежнего введения блокирующих винтов. При усталостных переломах интрамедуллярного стержня в отсутствие рентгенологических и клинических признаков формирования костного анкилоза ревизионное оперативное вмешательство выполняли по схеме, описанной ранее при асептической нестабильности.

При периимплантном переломе большеберцовой кости на фоне парциального костного анкилоза голеностопного

сустава или при полном его отсутствии после удаления ранее установленного стержня проводили необходимые манипуляции, направленные на восстановление условий формирования костного блока, и выполняли ретроградный реостеосинтез интрамедуллярным стержнем достаточной длины для перекрытия зоны голеностопного сустава и линии перелома большеберцовой кости.

## ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ

### Пример 1

Больная Е., 36 лет, госпитализирована для осуществления ревизионного оперативного вмешательства через 9 месяцев после выполнения первичной операции с жалобами на интенсивный болевой синдром, ограничивающий возможность опоры на оперированную конечность. При обследовании выявлено, что на фоне асептического расшатывания элементов интрамедуллярного фиксатора сформировались нестабильность фиксации, диастаз между таранной и большеберцовой костями, очаговые дефекты костной ткани. Были выполнены удаление ранее установленной металлоконструкции, обработка суставных поверхностей до кровоточащей кости, реостеосинтез накостной пластиной с угловой стабильностью винтов, пластика дефектов аллогенной костной крошкой (рис. 1).

### Пример 2

Больной Я., 64 года, госпитализирован для выполнения ревизионного оперативного вмешательства через 4 месяца после осуществления первичной операции с жалобами на боли, появившиеся после «щелчка» при нагрузке на конечность. При обследовании установлены нестабильность фиксации голеностопного сустава в результате разрушения металлоконструкции, удовлетворительное



Рис. 1. Рентгенограммы больной Е.: *a* — через 9 месяцев после первичного оперативного вмешательства, *b* — после ревизионного оперативного вмешательства, *c* — через 6 месяцев после ревизионного оперативного вмешательства.

Fig. 1. Radiographs of patient E.: *a* — 9 months after her first surgery, *b* — the revision surgery, and *c* — 6 months after the revision surgery.



**Рис. 2.** Рентгенограммы больного Я.: *a* — через 4 месяца после первичного оперативного вмешательства, *b* — после ревизионного оперативного вмешательства, *c* — через 6 месяцев после ревизионного оперативного вмешательства.

**Fig. 2.** Radiographs of patient Ya.: *a* — 4 months after his first surgery, *b* — the revision surgery, and *c* — 6 months after the revision surgery.

состояние костных структур, парциальное формирование костного анкилоза в зоне голеностопного сустава. С учётом этого выполнили удаление ранее установленной металлоконструкции, продольную остеотомию таранной и большеберцовой кости по линии формирующегося анкилоза, реостеосинтез интрамедуллярным стержнем с перекрытием зоны ранее установленных блокирующих винтов с целью профилактики периимплантного перелома большеберцовой кости (рис. 2).

### Пример 3

Больная Р., 45 лет, госпитализирована повторно через 8 месяцев после выполнения первичной операции. Клинико-рентгенологическое обследование показало несостоятельность фиксации в связи с переломом

металлоконструкции, наличие диастаза между таранной и большеберцовой костями, дефекта купола таранной кости, вальгусной деформации стопы. В ходе ревизионного вмешательства выполнены удаление интрамедуллярного стержня и блокирующих винтов, моделирующая резекция суставных поверхностей таранной и большеберцовой кости, устранение деформации, замещение дефекта купола таранной кости путём перемещения переднего края большеберцовой кости, реостеосинтез наkostной пластиной с угловой стабильностью винтов (рис. 3).

### Пример 4

Больная П., 52 года, госпитализирована повторно через 3 месяца после выполнения первичной операции



**Рис. 3.** Рентгенограммы больной Р.: *a* — через 8 месяцев после первичного оперативного вмешательства, *b* — после ревизионного оперативного вмешательства, *c* — через 6 месяцев после ревизионного оперативного вмешательства.

**Fig. 3.** Radiographs of patient R.: *a* — 8 months after her first surgery, *b* — the revision surgery, and *c* — 6 months after the revision surgery.



**Рис. 4.** Рентгенограммы больной П.: *a* — через 3 месяца после первичного оперативного вмешательства, *b* — после ревизионного оперативного вмешательства, *c* — через 12 месяцев после ревизионного оперативного вмешательства.

**Fig. 4.** Radiographs of patient P.: *a* — 3 months her first surgery, *b* — the revision surgery, and *c* — 12 months after the revision surgery.

после падения в быту, до полученной травмы передвигалась с полной опорой на оперированную конечность без болевого синдрома. При обследовании выявлен перелом средней трети диафиза большеберцовой кости на уровне ранее установленных блокирующих винтов на фоне парциально сформированного костного анкилоза голеностопного сустава. В ходе ревизионного оперативного вмешательства выполнены удаление первично установленной металлоконструкции, реваскуляризирующая остеоперфорация таранной и большеберцовой кости по линии формирующегося анкилоза, закрытая репозиция перелома большеберцовой кости, ретроградный остеосинтез интрамедуллярным стержнем (рис. 4).

Результаты хирургического лечения после выполненных ревизионных вмешательств прослежены в сроки до 2 лет. Купирование болевого синдрома и достаточно полноценное восстановление опорной функции оперированной конечности отмечены в сроки от 3 до 6 месяцев после оперативного вмешательства в зависимости от типа применённого фиксирующего устройства. Значимые рентгенологические данные о формировании костного блока в зоне голеностопного сустава отмечены в сроки от 6 до 9 месяцев у 20 пациентов группы наблюдения. Решение об удалении металлоконструкций принимали индивидуально при наличии жалоб пациентов на дискомфорт в зоне их установки.

В двух случаях потребовались повторные хирургические вмешательства в сроки 8 и 10 месяцев после ревизионных операций на фоне тотального асептического некроза таранной кости. Выявляли дислокацию и частичное разрушение установленных на костных пластинах. Выполняли их удаление, замещение таранной кости массивным аллогенным костным трансплантатом и стабилизацию голеностопного сустава аппаратом внешней фиксации.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Разработка тактики ревизионных оперативных вмешательств при нарушении формирования костного анкилоза голеностопного сустава после первичного артрорезирования обладает высокой актуальностью в связи с наличием значительного количества неудовлетворительных исходов хирургического лечения, в том числе на фоне осложнений механического происхождения, связанных с ранее установленным фиксатором [11, 13, 16].

Успешное выполнение повторного хирургического вмешательства требует тщательной предоперационной оценки в каждом конкретном клиническом случае для установления причин неудовлетворительного исхода первичного артрорезирования голеностопного сустава [17, 18].

Основываясь на собственном клиническом опыте и литературных данных, мы делаем вывод о том, что все осложнения механического происхождения, потребовавшие проведения ревизионного оперативного вмешательства, можно объединить в 3 группы: асептическое расшатывание элементов металлоконструкции, усталостный перелом интрамедуллярного стержня, периимплантный перелом большеберцовой кости [13, 14, 16, 17]. Резорбция костной ткани в зоне контакта с имплантатом таранной, пяточной и большеберцовой кости приводит к постепенной потере прочности фиксации и как следствие — к нарушению процессов консолидации и формированию костных дефектов [19, 20]. Необходимо отметить, что асептическое расшатывание имплантата может быть выявлено на фоне состоявшегося костного анкилоза голеностопного сустава и является причиной болевого синдрома. В этом случае показано удаление металлоконструкции с выполнением при необходимости пластики костного дефекта в зоне введения интрамедуллярного стержня через пяточную кость аллогенной костной крошкой. Если асептическое расшатывание имплантата выявлено на фоне несостоявшегося

костного анкилоза голеностопного сустава, ревизионное оперативное вмешательство должно не только обеспечить стабильную фиксацию отломков, но и восстановить условия его формирования (моделирующая реваскуляризирующая обработка сочленяющихся поверхностей таранной и большеберцовой кости и восполнение их объёма путём замещения имеющихся костных дефектов). Способ фиксации может быть избран в зависимости от состояния подтаранного сустава. При клинически значимых вторичных изменениях таранно-пяточного сочленения может быть выполнен большеберцово-таранно-пяточный артродез с использованием в качестве фиксатора диафизарного аутотрансплантата, сформированного из малоберцовой кости [13, 18]. В остальных случаях для стабилизации таранно-пяточного комплекса предпочтительным является использование на костных пластин с угловой стабильностью винтов. Их применение в данном случае позволяет установить фиксирующие элементы вне очагов повреждения костной ткани, сформировавшихся в результате асептического расшатывания фиксирующих элементов, а также обеспечить прочную фиксацию массивного костного трансплантата при его использовании.

Перелом интрамедуллярного стержня развивается, как правило, в зоне концентрации напряжения (в области блокирующего отверстия) при регулярном превышении величины допустимых циклических нагрузок на фоне замедленной консолидации или травмы оперированного сегмента [13, 21]. При переломе интрамедуллярного стержня на фоне парциального формирования костного анкилоза голеностопного сустава для стабилизации таранно-пяточного комплекса оптимальным, на наш взгляд, является реостеосинтез интрамедуллярным стержнем удлинённой версии с перекрытием зоны прежнего введения блокирующих винтов в большеберцовую кость для профилактики перимплантного перелома. В качестве стимуляции формирования костного блока проводится реваскуляризирующая остеотомия или остеоперфорация сочленяющихся поверхностей таранной и большеберцовой кости. В остальных случаях после манипуляций, направленных на восстановление условий формирования костного анкилоза и реконструкции сочленяющихся поверхностей, фиксацию голеностопного сустава осуществляли на костной пластинкой.

Основной причиной перимплантного перелома большеберцовой кости является травма оперированного сегмента [19, 22]. Необходимо отметить, что сам по себе данный вид осложнения может быть не связан с нарушением процессов формирования костного блока и наблюдается как при состоявшемся артродезе, так и в процессе его формирования. В любом случае при сформировавшемся костном блоке требуется повторное оперативное вмешательство с применением в качестве фиксатора антеградного интрамедуллярного стержня. Если процесс формирования костного блока не завершён, необходимо использовать ретроградный фиксатор, длина которого должна адекватно перекрывать уровень

таранно-большеберцового сочленения и перелома диафиза, или аппарат внешней фиксации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение ревизионных оперативных вмешательств при осложнениях механического происхождения после артродезирования голеностопного сустава с фиксацией интрамедуллярным стержнем требует индивидуального подхода в каждом случае. При компретации процесса формирования костного блока успешное выполнение ревизионного артродеза голеностопного сустава обеспечивается за счёт восстановления условий его образования. В связи с этим особо важное значение имеет реконструктивно-пластический этап оперативного вмешательства, во время которого проводится моделирующая резекция сочленяющихся костных структур для обеспечения плотного контакта между ними, реваскуляризирующая остеотомия и пластическое замещение дефицита костной ткани. При выборе устройства для восстановления стабильной и надёжной фиксации таранно-большеберцового комплекса предпочтение отдаётся конструкциям с расположением фиксирующих элементов вне очагов повреждения костной ткани, сформированных предыдущими фиксаторами, в связи с чем возникает необходимость перехода к способу фиксации, отличному от применявшегося на первичной операции. При наличии клинически значимых изменений подтаранного сустава одним из элементов ревизионного вмешательства является его стабилизация.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: К.А. Гражданов — хирургическое лечение пациентов, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; П.П. Зуев — хирургическое лечение пациентов, сбор и анализ литературных источников; О.А. Кауц — сбор и анализ литературных источников, обработка собранных в ходе исследования данных; А.В. Баратов — курация, редактирование статьи; И.А. Норкин — дизайн и концепция исследования, редактирование статьи.

**Источник финансирования.** Исследование выполнено в рамках НИР «Разработка персонализированного подхода к выбору тактики хирургической реабилитации пациентов с последствиями внутрисуставных повреждений дистального отдела костей голени», номер государственной регистрации НИОКТР 121032300174-6.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

**Информированное согласие на публикацию.** Все пациенты дали своё письменное согласие на публикацию их медицинских данных и фотографий.



## REFERENCES

1. Yezhov MYu. *Foot. Degenerative and dystrophic diseases of the joints of the foot and ankle joint*. Nizhny Novgorod; 2011. 320 p. (In Russ).
2. Omelchenko TN. Fractures of the ankles and fast-progressive osteoarthritis of the ankle joint: prevention and treatment. *Orthopedics, traumatology and prosthetics*. 2013;(4):35–40. (In Russ).
3. Saltzman CL, Salamon ML, Blanchard GM, et al. Epidemiology of ankle arthritis: report of a consecutive series of 639 patients from a tertiary orthopaedic center. *Iowa Orthop J*. 2005;(25):44–46.
4. Gorbatov RO, Gorin VV, Pavlov DV, Malyshev EE. The concept of modern ankle joint arthrodesis in posttraumatic cruserthrosis, grade III–IV. *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2016;8(3):64–74. (In Russ). doi: 10.17691/stm2016.8.3.07
5. Fomichev VA, Sorokin EP, Chugaev DV. Ankle fusion is the optimal surgery for treatment of ankle arthritis (review). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2019;4(38):18–26. (In Russ). doi: 10.17238/issn2226-2016.2019.4.18-26
6. Grazhdanov KA, Zuev PP, Kauts OA, et al. Surgical rehabilitation of patients with the consequences of pilon fractures. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(3):13–19. (In Russ). doi: 10.17816/vto65076
7. Kauts OA, Barabash YuA, Kireev SI, et al. Surgical approach to the treatment of patients with sequelae of intra-articular fractures of the distal tibia (literature review). *Genij Ortopedii*. 2022;28(1):133–140. (In Russ). doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-1-133-140
8. Mikhajlov KS, Emelyanov VG, Tikhilov RM, et al. Dynamics of changes in clinical and functional parameters in patients after arthrodesis of the ankle and subtalar joints with an intramedullary lockable nail. In: *Actual problems of traumatology and orthopedics. Collection of scientific articles dedicated to the 110<sup>th</sup> anniversary of RNIITO n. a. R.R. Vreden*. Saint-Petersburg; 2016. P. 196–202. (In Russ).
9. Thevendran G, Shah K, Pinney SJ, Younger AS. Perceived risk factors for nonunion following foot and ankle arthrodesis. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017;25(1):2309499017692703. doi: 10.1177/2309499017692703
10. Coye TL, Tirabassi N, Foote CM, Heddy B. An umbrella systematic review and meta-analysis of systematic reviews on the topic of foot and ankle arthrodesis nonunion rates. *J Foot Ankle Surg*. 2022;61(6):1341–1347. doi: 10.1053/j.jfas.2022.04.012
11. Slivkov KA, Brizhan LK, Davydov DV, et al. Surgical complications after ankle-joint arthrodesis. *Medical Council*. 2013;(4–2):96–99. (In Russ). doi: 10.21518/2079-701X-2013-4-2-96-99
12. Gorbatov RO, Pavlov DV, Motyakina OP, et al. Personalized rehabilitation of patients after ankle arthrodesis. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2016;4(20):44–47. (In Russ).
13. Pakhomov IA, Korochkin SB, Kuznetsov VV. Tibiabalcalcaneal arthrodesis in severe anchal and talocalanueal joint injuries: a clinical case. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2017;(12–1):79–82. (In Russ).
14. Mironov SP, editor. *Orthopedics: Clinical Guidelines*. Moscow: GEOTAR-Media; 2018. P. 747–748. (In Russ).
15. Raikin SM, Rampuri V. An approach to the failed ankle arthrodesis. *Foot Ankle Clin*. 2008;13(3):401–416, viii. doi: 10.1016/j.fcl.2008.04.009
16. Reeves CL, Shane AM, Sahli H, Togher C. Revision of the Malaligned Ankle Arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg*. 2020;37(3):475–487. doi: 10.1016/j.cpm.2020.03.003
17. Mills A, Fortin PT. Revision of the Failed Ankle Fusion. *Instr Course Lect*. 2019;(68):275–286.
18. Norikin IA, Grazhdanov KA, Barabash YuA, et al. Revision arthrodesis of the ankle and subtalar joints with use of autograft from the fibular bone. *Polytrauma*. 2022;(2):49–55. (In Russ). doi: 10.24412/1819-1495-2022-2-49-55
19. Shapovalov VM, Khomeinets VV, Mikhaylov SV, et al. Reconstructive surgery of internal stable and functional osteosynthesis failures and non-infection complications. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2009;4(54):73–80. (In Russ).
20. McRae R, Esser M. *Practical fracture treatment*. Fifth edition. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2008. 447 p.
21. Barabash AP, Barabash YuA, Zuev PP. Preclinical study of the reliability of intramedullary rods for osteosynthesis of diaphyseal fractures of the human femur. *Bulletin of Dagestan State Medical Academy*. 2016;1(18):42–49. (In Russ).
22. Borgkhut RD, Gilfanov SI. Periimplant fractures: problems and solutions. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2016;2(18):5–8. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\* **Гражданов Константин Александрович**, канд. мед. наук;  
адрес: Россия, 410002, г. Саратов,  
ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148;  
ORCID: 0000-0002-3523-4494;  
eLibrary SPIN: 3651-9306;  
e-mail: sarniito504@gmail.com

**Зуев Павел Павлович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-0324-6503;  
eLibrary SPIN: 1521-7718;  
e-mail: pasha.zuiev@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Konstantin A. Grazhdanov**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
address: 148 N.G. Chernyshevskogo str., 410002,  
Saratov, Russia;  
ORCID: 0000-0002-3523-4494;  
eLibrary SPIN: 3651-9306;  
e-mail: sarniito504@gmail.com

**Pavel P. Zuev**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0002-0324-6503;  
eLibrary SPIN: 1521-7718;  
e-mail: pasha.zuiev@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Кауц Олег Андреевич**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-1822-1939;  
eLibrary SPIN: 1305-6629;  
e-mail: oandreevich2009@yandex.ru

**Баратов Андрей Владимирович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-1273-1535;  
eLibrary SPIN: 8626-8140;  
e-mail: andre6009@mail.ru

**Норкин Игорь Алексеевич**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0002-6770-3398;  
eLibrary SPIN: 9253-7993;  
e-mail: sarniito@yandex.ru

**Oleg A. Kauts**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0003-1822-1939;  
eLibrary SPIN: 1305-6629;  
e-mail: oandreevich2009@yandex.ru

**Andrey V. Baratov**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0002-1273-1535;  
eLibrary SPIN: 8626-8140;  
e-mail: andre6009@mail.ru

**Igor A. Norkin**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;  
ORCID: 0000-0002-6770-3398;  
eLibrary SPIN: 9253-7993;  
e-mail: sarniito@yandex.ru