

# СОВРЕМЕННОЕ ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ ЛОДЫЖЕК И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ (ОБЗОР)

УДК 617.585.1/2-001-089

Поступила 16.06.2014 г.



**Р.О. Горбатов**, клинический ординатор травматолого-ортопедического отделения<sup>1</sup>;

**Д.В. Павлов**, к.м.н., зав. травматолого-ортопедическим отделением<sup>1</sup>;

**Е.Е. Мальшев**, к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии  
и военно-полевой хирургии<sup>2</sup>; врач травматолог-ортопед<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр Минздрава России, Н. Новгород,  
603155, Верхне-Волжская набережная, 18;

<sup>2</sup>Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603005,  
пл. Минина и Пожарского, 10/1

Рассмотрено современное состояние проблемы оперативного лечения переломов лодыжек и их последствий. Проведен анализ различных методов, используемых для остеосинтеза лодыжек. Выделены основные критерии удовлетворительного расположения костных отломков при репозиции лодыжек. Описаны методики восстановления связочного аппарата голеностопного сустава, которыми многие хирурги пренебрегают, несмотря на то, что в 50% случаев это приводит к развитию хронической нестабильности и в последующем — к остеоартрозу. Определена причина большого количества неудовлетворительных результатов лечения переломов лодыжек, возникающих несмотря на анатомически точную репозицию, восстановление связочного аппарата и правильное послеоперационное ведение больных. Это в основном обусловлено наличием посттравматических дефектов суставного хряща, которые в последующем и индуцируют развитие остеоартроза. Описаны основные методики артроскопического лечения данной патологии, в том числе с использованием имплантации аутологичных хондроцитов. Освещен вопрос первичного и ревизионного эндопротезирования голеностопного сустава, показаны отдаленные результаты в сравнении с эндопротезированием коленного и тазобедренного суставов. Представлены современные, наиболее эффективные методики артрореза голеностопного сустава, в том числе артрорезирование ретроградным интрамедуллярным стержнем и артроскопический артрорез. Выделены основные методы лечения посттравматического артроза голеностопного сустава в зависимости от стадии его развития.

**Ключевые слова:** перелом лодыжек; остеоартроз голеностопного сустава; эндопротезирование голеностопного сустава; артроскопия голеностопного сустава; остеосинтез лодыжек; ретроградный интрамедуллярный артрорез.

## English

## Modern Operative Treatment of Malleolar Fractures and Associated Consequences (Review)

**R.O. Gorbатов**, Clinical Resident, Department of Traumatology and Orthopedics<sup>1</sup>;

**D.V. Pavlov**, PhD, Head of Traumatological and Orthopaedic Department<sup>1</sup>;

**E.E. Malyshev**, PhD, Associate Professor, Department of Traumatology, Orthopedics and Field Surgery<sup>2</sup>;  
Traumatologist and Orthopedist<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Privolzhsky Federal Research Medical Centre, Ministry of Health of the Russian Federation,  
18 Verkhne-Volzhskaya naberezhnaya St., Nizhny Novgorod, 603155, Russian Federation;

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005,  
Russian Federation

The review covers the current state of the problem of operative treatment of malleolar fractures and the associated consequences. Various methods used in osteosynthesis of the malleolus were analyzed. The main criteria of the favorable arrangement of the fractured bone fragments for malleolus reposition are identified. Methods for recovery of the ligamentous apparatus of the ankle joint are described, that have been neglected by many surgeons, though in 50% of cases it causes development of chronic instability with further osteoarthritis. The reason for large number of poor outcomes of malleolar fracture treatment is defined, which occur despite the anatomically precise reposition, recovery of the ligamentous apparatus and good postoperative care of patients. All this is mainly due to presence of post-traumatic articular cartilage defects that further induce development of osteoarthritis. The main techniques used for arthroscopic treatment of this pathology are described, including that with the autologous chondrocyte implantation. Attention is given to the subject of primary and revision replacement of the ankle joint, the long term results in comparison with replacement of knee and hip joints are shown. The modern and most efficient techniques of

**Для контактов:** Горбатов Роман Олегович, e-mail: gorbатов.ro@yandex.ru

the ankle joint arthrodesis are presented, including arthrodesis with a retrograde intramedullary rod and arthroscopic arthrodesis. The main techniques used for treatment of the post-traumatic ankle joint arthrosis are identified depending on its stage.

**Key words:** malleolar fracture; ankle joint osteoarthritis; total ankle replacement; arthroscopy of the ankle joint; osteosynthesis of the malleolus; retrograde intramedullary arthrodesis.

Переломы лодыжек в структуре травм опорно-двигательного аппарата занимают одно из ведущих мест как по частоте встречаемости, так и по значимости их анатомо-функциональных последствий. Частота встречаемости составляет 174 перелома на 100 000 человек, средний возраст, в котором возникают такие переломы, — 45,9 года, в структуре всех переломов данный вид травмы достигает 9% [1–3]. Несмотря на большое разнообразие методов консервативного и хирургического лечения этих повреждений, количество неудовлетворительных результатов составляет 7–38% [4–6], а при тяжелых пронационных переломах возрастает до 40% [7]. В 60–70% случаев травмы этой области встречаются у лиц трудоспособного возраста. В 60% случаев после травм голеностопного сустава развивается артроз [8–10]. Его частота встречаемости зависит от типа перелома: при переломах лодыжек типа А (по международной классификации АО/ASIF) — 4%, при переломах типа С — до 33% [11]. Инвалидизация при данной патологии достигает 8,8–46% [4–6], а при травмах с разрывом дистального межберцового синдесмоза — 61% [7]. Несмотря на достижения современной медицины, до 50% пациентов с повреждениями связок голеностопного сустава получают недостаточно эффективное лечение, что приводит к развитию хронической нестабильности голеностопного сустава и быстрому развитию остеоартроза [12]. Отмечается наличие сопутствующего повреждения суставной поверхности таранной кости при переломах лодыжек (до 73% случаев), что очень часто не диагностируется врачами [13]. Таким образом, лечение переломов лодыжек сопряжено с рядом трудностей, которые связаны с характером перелома, функциональной значимостью голеностопного сустава и неблагоприятными биомеханическими условиями, действующими на суставную поверхность после травмы. Кроме того, голеностопный сустав, в отличие от других суставов организма, подвергается наибольшей нагрузке на квадратный сантиметр суставной поверхности. Как внутрисуставные, так и околосуставные повреждения требуют точной анатомической репозиции и обеспечения ранней функции с целью восстановления полной опороспособности конечности. Несвоевременное выявление и неадекватное лечение таких повреждений являются причинами неблагоприятных исходов [11, 14]. Кроме того, результаты аналитических исследований [4, 5, 15, 16] показали, что при консервативном лечении переломов лодыжек, которые не сопровождаются смещением отломков или смещение не превышает 1–2 мм, у 12–17% больных происходит быстрое развитие посттравматического остеоартроза или значительное прогрессирование уже существующих дегенеративно-дистрофических

изменений. Это объясняется двумя факторами: повреждается суставный хрящ во время травмы и часто не восстанавливается капсульно-связочный аппарат, что приводит к нестабильности и/или инконгруэнтности сустава. Ранняя и технически правильно выполненная операция намного безопаснее и дает меньшее количество осложнений, нежели закрытая репозиция [17–19].

### Оперативное лечение переломов лодыжек

Изолированные подсиндесмозные повреждения (тип А по классификации АО/ASIF) дистального отдела малоберцовой кости без повреждения медиальной стороны и изолированные несмещенные чрессиндесмозные переломы (тип В по классификации АО/ASIF) наружной лодыжки, при которых не повреждается медиальная сторона, могут быть достаточно стабильны и лечатся консервативно. В остальных же случаях показано оперативное лечение, так как точное анатомическое восстановление обычно может обеспечиваться только открытой репозицией и стабильной внутренней фиксацией [20, 21].

Используются следующие средства оперативной фиксации [7, 11, 19, 20, 22–26]:

- при переломе наружной лодыжки — пластины, винты, стержни, остеосинтез по Веберу, проволочный серкляж (в отдельных случаях), конструкции из никелида титана с памятью формы;

- при переломе внутренней лодыжки — винт, пластина, винт со спицей, остеосинтез по Веберу, чрескостный шов проволокой, обвивной шов нитью (в отдельных случаях при оскольчатых переломах), конструкции из никелида титана с памятью формы;

- при переломе дистального метаэпифиза большеберцовой кости — винты, спицы (в том числе чрескостно), остеосинтез по Веберу, поддерживающие пластины, в отдельных случаях — стержни, иные пластины, болт-стяжка;

- при переломе дистального межберцового сочленения — сшивание связок, стяжка, винты, иногда сочетающиеся с пластинами или специальными накладками, «хомутобразные» удерживающие конструкции на винтах, конструкции из никелида титана с памятью формы, в отдельных случаях проволока (в том числе в сочетании со специальными накладками), аллопластика связок.

При разумном подходе к выбору метода фиксации в каждом конкретном случае может быть применен любой из перечисленных способов.

При дефектах костной ткани и лечении застарелых повреждений нередко используются различные методики костной, а также сухожильной пластики.

Наиболее благоприятное время для остеосинтеза — первые 6–8 ч после травмы. Контроль консолидации перелома после остеосинтеза осуществляют клинически, рентгенологически и радиотермометрически [20, 27, 28].

Цели оперативного лечения лодыжек [11, 23, 27]:  
анатомически точное восстановление костей, особенно малоберцовой кости;  
восстановление капсульно-связочного аппарата и синдесмоза;  
удаление свободно лежащих фрагментов хряща;  
стабильный остеосинтез, дающий возможность проведения функционального лечения.

Расположение костных элементов голеностопного сустава должно удовлетворять следующим критериям [11, 19, 20, 29, 30]:

1) ось большеберцовой кости перпендикулярна линии голеностопного сустава, наклон таранной кости равен нулю градусов;

2) показатели стабильности дистального межберцового сочленения: большеберцово-малоберцовое свободное пространство на обычной переднезадней рентгенограмме, измеренное на уровне 1 см проксимальнее суставной щели, — менее 5 мм; расстояние наложения малоберцовой кости на большеберцовую, измеренное на уровне 1 см проксимальнее плафона большеберцовой кости на обычной переднезадней рентгенограмме, — более 10 мм, а на рентгенограмме с внутренней ротацией — более 1 мм;

3) равномерность суставной щели: медиальная суставная щель равна суставной щели между куполом таранной кости и сводом большеберцовой кости;

4) допустимое смещение медиальной лодыжки в любом направлении — не более 2 мм, дистального конца малоберцовой кости в месте перелома — менее 2 мм;

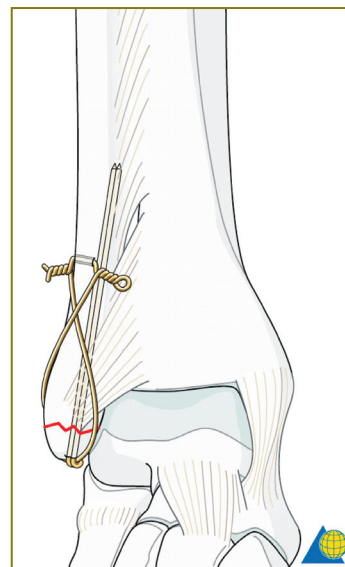
5) смещение отломка заднего края большеберцовой кости — менее 2 мм, при размере фрагмента заднего края большеберцовой кости меньше 1/4 суставной поверхности (или менее 25% суставной поверхности по латеральной рентгенограмме) любым смещением его можно пренебречь.

При стандартном подходе сначала устраняют укорочение малоберцовой кости и ее ротационные смещения, затем переходят к восстановлению межберцового синдесмоза и остеосинтезу заднего края большеберцовой кости, затем выполняют фиксацию внутренней лодыжки или шов дельтовидной связки [7, 19, 23, 24].

При оперативном лечении латеральной лодыжки чаще всего используют наружный доступ: прямой разрез слегка кзади от малоберцовой кости. Следует проявлять осторожность в отношении поверхностного малоберцового нерва, который проходит кпереди от латеральной лодыжки [20, 31–33].

При переломах типа А по классификации AO/ASIF применяют метод стягивания спицами и проволокой или маллеолярный винт [20, 27] (рис. 1).

При переломах типа В, С по классификации AO/ASIF применяют накостный остеосинтез одна треть-трубчатой или реконструктивной пластиной (стандартные пластины или их варианты с угловой стабильностью,



**Рис. 1.** Отрывной фрагмент сначала стабилизируется двумя К-спицами, а затем фиксируется с компрессией путем стягивания проволочной петлей [20]

которые рекомендуется устанавливать несколько кзади по отношению к малоберцовой кости) [7, 20, 23, 24, 27, 34] (рис. 2).

Все чаще стали использовать технику MIPPO (minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis — минимально инвазивный перкутанный остеосинтез пластиной), которая позволяет сохранить мягкие ткани, уменьшить число послеоперационных осложнений и обеспечить более раннюю функциональную нагрузку на сустав [35, 36]. В своем исследовании R.E. Pires с соавт. после 12-месячного наблюдения за больными получили более 90% хороших и отличных результатов, по шкале AOFAS — в среднем 88,3 [37]. H.J. Kim с соавт. получили отличные результаты (AOFAS — в среднем 97,1) при использовании пластин T-LCP для фиксации переломов типа А, В [38].

При разорванных наружных боковых связках голеностопного сустава используют наложение сухожильного шва, пластику ауто трансплантатами из сухожилия мышц, пластику аллотрансплантатами (чаще всего применяют трансплантаты, содержащие углеродистую ткань, например Linaphil (B. Braun Melsungen, Германия). Наиболее часто используют сухожильную пластику по Эвансу, Уотсон–Джонсу (пластика сухожилием короткой малоберцовой мышцы) [39]. В своем исследовании J. Karlsson с соавт. смогли доказать, что результаты анатомической реконструкции связок даже после наблюдения на протяжении десяти лет существенно превосходят результаты, получаемые после пластики ауто трансплантатами [40].

Таким образом, сухожильный шов или же костная реинсерция связок, которые учитывают естественные точки их прикрепления, а также физиологическое протяжение, не приводят к какому-либо ограничению нормальной биомеханики голеностопного сустава (в отличие от различных методик ауто- и аллопластики) и



**Рис. 2.** Косой перелом компрессируется 3,5-мм (или 2,7-мм) кортикальным стягивающим винтом, вводимым спереди назад или сзади кпереди, и эта фиксация защищается одна треть-трубчатой пластиной, изогнутой по наружной части малоберцовой кости [34]

являются методом выбора при реконструктивных вмешательствах на латеральном связочном аппарате [39, 41, 42].

Задняя губа свода большеберцовой кости, так называемая задняя лодыжка, или треугольник Фолькмана, часто вовлекается в процесс при лодыжечных травмах. Если перелом заднего края свода захватывает более 1/4 суставной поверхности, его следует репонировать и фиксировать во избежание подвывиха таранной кости кзади и неконгруэнтности сустава. Рекомендован заднелатеральный доступ: разрез между ахилловым сухожилием и сухожилиями малоберцовых мышц [20, 43–46]. Лучше всего использовать фиксацию одним или двумя спонгиозными или кортикальными винтами под контролем электронно-оптического преобразователя [19, 20, 47, 48] (рис. 3).

В отношении выбора метода оперативной фиксации при разрывах связок дистального межберцового синдесмоза следует отметить, что надежно удержать берцовые кости можно различными средствами: сшиванием связок, использованием ауто- и аллопластики, позиционного винта. Однако наилучшие результаты (по времени начала движений, количеству послеоперационных осложнений) были получены при использовании винтовой фиксации (более 90% хороших и отличных результатов по шкалам AOFAS и FAAM) [49–53]. Позволяя приложить к берцовым костям значительное сближающее усилие, позиционный винт мало травмирует кость и параоссальные мягкие ткани, а самое главное — связочные волокна в межберцовом промежутке. Позиционный винт, удерживая берцовые кости в положении сближения, не исключает полностью их взаимную подвижность в вертикальном и сагитальном направлениях, что име-

ет физиологическое значение для функционирования голеностопного сустава в постиммобилизационном периоде. Именно эта конструкция позволяет наиболее простым способом дозировать и, более того, корректировать степень сближения берцовых костей во время операции.

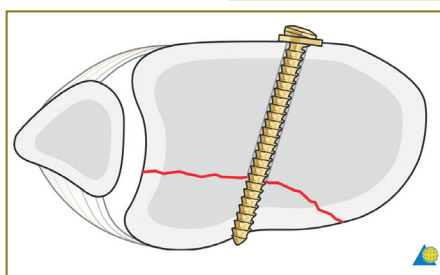
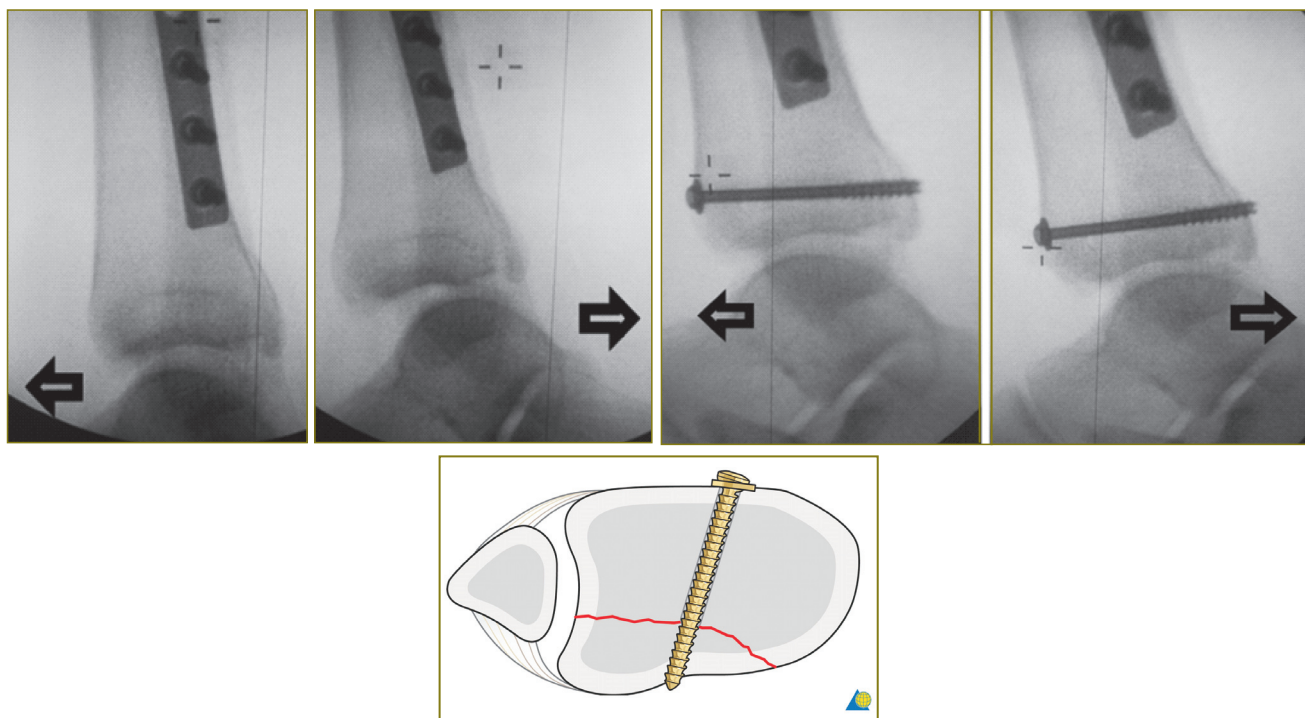
Так как в вертикальном направлении малоберцовая вырезка большеберцовой кости располагается не прямо по вертикали, а изогнута по дуге с выпуклостью, обращенной кнаружи, то наилучшая адаптация опорных элементов фиксатором достигается при несколько косом проведении его сзади кпереди под углом 25–30° к горизонтали (перпендикулярно медиальной поверхности дистального метаэпифиза большеберцовой кости) и размещении головки винта со стороны малоберцовой кости на 2 см проксимальнее межберцового сочленения. Относительно того, следует ли захватывать резьбой винта один или два кортикальных слоя большеберцовой кости, нет единого мнения. Недавние исследования поддерживают применение «трикортикальных» винтов без увеличения частоты осложнений [7, 20, 23, 24, 54, 55] (рис. 4).

При застарелых разрывах межберцового синдесмоза последний выполнен рубцовой тканью, которая неспособна прочно удерживать берцовые кости. Поэтому при операции следует полностью иссечь рубцовую ткань и тщательно выделить малоберцовую вырезку большеберцовой кости с последующей фиксацией межберцового синдесмоза позиционным винтом.

Кроме того, применение стягивающих устройств с локальным приложением силы в принципе таит в себе опасность возникновения вальгусного углового смещения дистального отломка малоберцовой кости в момент затягивания винта. Вальгусное положение наружной лодыжки приводит к несостоятельности «вилки» голеностопного сустава, появлению или сохранению пронационного подвывиха таранной кости и делает оперативное вмешательство бессмысленным. Профилактика указанного смещения заключается в остеосинтезе малоберцовой кости конструкциями, стабильно фиксирующими отломки, и в выполнении стягивания межберцового синдесмоза при согнутом под 90° голеностопном суставе (задний край таранной кости будет дозировать величину компрессии) [7, 20, 27, 56].

Для оперативного лечения внутренней лодыжки чаще всего используют медиальный доступ: разрез слегка кзади от внутренней лодыжки, вдоль большеберцовой кости, загибая дистально в виде буквы J [20, 57–59].

Наиболее надежным средством фиксации внутренней лодыжки является винт [7, 20, 23, 27], причем при переломах типа А по классификации AO/ASIF его вводят в метаэпифизарную часть большеберцовой кости параллельно суставной щели, а при переломах типа В и С — из верхушки внутренней лодыжки перпендикуляр-



**Рис. 3.** Заднелатеральный фрагмент тщательно репозируют и затем фиксируют 4,0-мм спонгиозным винтом, вводимым спереди назад или сзади кпереди. Если фрагмент имеет небольшие размеры, можно использовать в качестве стягивающего 3,5-мм кортикальный винт. Обратите внимание на направление его введения, так как фрагмент часто имеет заднелатеральное расположение [20, 48]



**Рис. 4.** Позиционный винт, введенный сзади кпереди под углом 25° [54]

но линии перелома. При применении одного винта не исключена возможность ротационной нестабильности, поэтому параллельно винту вводят спицу Киршнера. Остеосинтез спицами предпочтителен при небольших размерах отломка, когда имеется опасность его раскалывания. Спицы проводят перекрестно либо параллельно. В последнем случае необходимо дополнить фиксацию 8-образным чрескостным швом проволокой или прочной нитью. Такая технология (типа остеосинтеза Вебера) хорошо удерживает отломки даже при раскалывании внутренней лодыжки на два фрагмента. Если спицы проведены чрескожно, их удаляют через 3–5 нед. В дальнейшем отпадает необходимость в пов-

торном оперативном вмешательстве для удаления металлоконструкций. Наряду с методиками металлоостеосинтеза не следует забывать о возможной фиксации внутренней лодыжки швом. В области проксимального отломка шов должен быть чрескостным, в области дистального отломка он может быть выполнен в виде обвивного (с фиксацией за мягкие ткани), узлового чрескостного, 8-образного или комбинации двух видов швов. Несмотря на меньшую стабильность, этот способ позволяет добиться вполне удовлетворительного удержания фрагментов при многооскольчатых переломах или раскалывании внутренней лодыжки во время операции, а также при небольшом размере отломка.

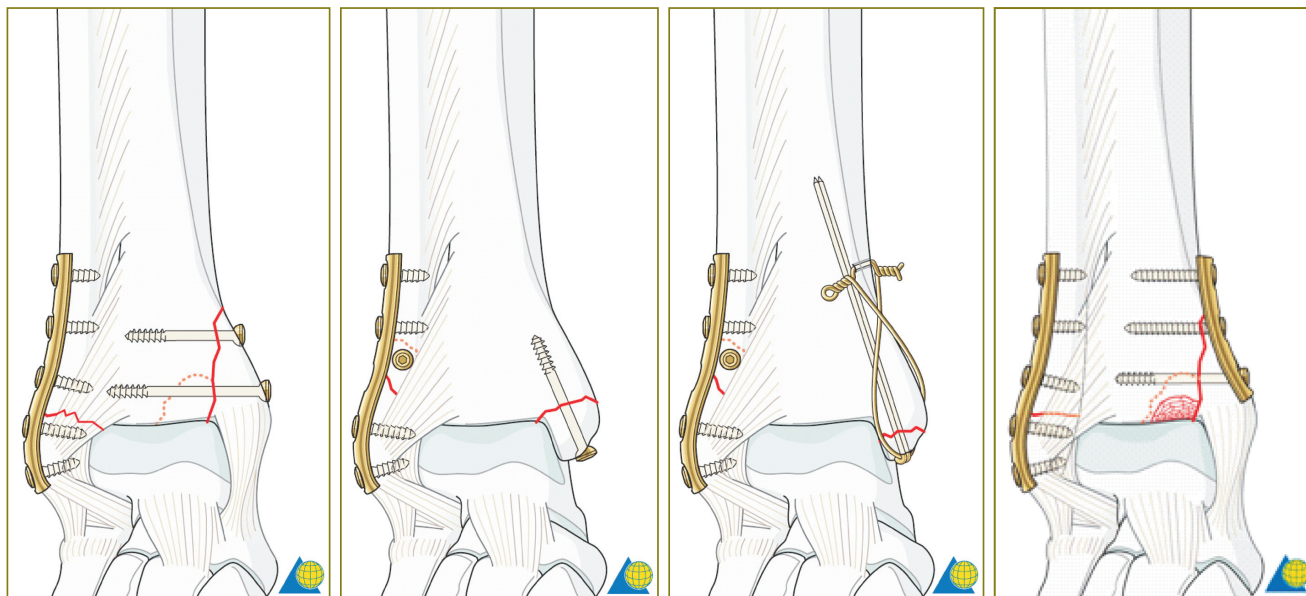


Рис. 5. Различные методы фиксации внутренней лодыжки [20]

При крупных размерах отломка возможно использование одна треть-трубчатой пластины на три отверстия с опорной функцией [7, 20, 22, 23, 25, 27, 60] (рис. 5).

Повреждения дельтовидной связки обычно не требуют оперативного лечения. Однако, если после репозиции перелома малоберцовой кости по интраоперационной рентгенограмме суставная щель с медиальной стороны остается расширенной или точная репозиция латеральной лодыжки затруднена, следует произвести ревизию медиальной стороны. Свежие разрывы дельтовидной связки сшивают лавсановыми нитями или восстанавливают местными тканями, при застарелых разрывах проводят пластику ауто- или аллотрансплантатами (наиболее часто используют пластику передней частью сухожилия задней большеберцовой мышцы) [7, 19, 20, 25, 27, 61].

### Оперативное лечение последствий переломов лодыжек

Для лечения последствий переломов лодыжек используют следующие виды оперативных пособий:

реконструктивные операции, к которым можно отнести декомпрессию голеностопного сустава, артропластику сустава и его эндопротезирование;

стабилизирующие операции (артродез, тенодез, артритоз).

Эндопротезирование голеностопного сустава на настоящий момент является одной из наиболее сложных, трудоемких и малоизученных проблем. Трудности эндопротезирования голеностопного сустава связаны в первую очередь со сложностью его анатомического строения, многообразием выполняемых им функций и огромными статико-динамическими нагрузками, составляющими, по данным разных авторов, от 3 до 13,5 массы тела [62, 63]. Сложность биомеханики голено-

стопного сустава, необходимость обязательного учета функционального статуса таранно-пяточного сустава и большая изменчивость геометрии оси и нормальной амплитуды движений делают процесс создания протеза, который мог бы заменить этот сустав любому человеку, чрезвычайно трудным [7, 62, 63].

Выделяют две основные группы эндопротезов — связанные и несвязанные. Связанный эндопротез не может компенсировать все механические особенности сустава, в связи с чем возникает максимальная нагрузка в местах фиксации, особенно в местах контакта костного цемента с костью, что вызывает скорую его нестабильность. В настоящее время используют несвязанные протезы. При их применении нередко возникает импинджмент-синдром, но нагрузка на кость в местах фиксации меньше и именно этим обусловлены лучшие отдаленные результаты. По способу движения данные эндопротезы разделяются на одноосные (Mayo, TPR, Buchholz, Oregon, Grundaj, Лоскутова и т.д.) и многоосные (Smith, Newton, STAR, Agiliti, Hintegra и т.д.). Результаты многоосных конструкций лучше, особенно при тугоподвижной (ревматоидной) задней части стопы, когда восстановление супинации и пронации уменьшает нагрузку, вызывающую механическое разбалтывание. Несвязанные протезы подразделяются также на двух- и трехкомпонентные, цементные и бесцементные. Наиболее хорошие результаты достигнуты после применения бесцементного трехкомпонентного эндопротеза HINTEGRA (NewDeal SA, Франция) (рис. 6), пятилетняя выживаемость которого составляет 98%, и эндопротеза STAR (72,7%) [7, 64–66].

В настоящее время десятилетняя выживаемость бесцементного эндопротеза уже наблюдается более чем в 80% случаев [62, 63]. Для сравнения, 10-летняя выживаемость наиболее «благоприятного» для эндопротезирования тазобедренного сустава при бесцементном ва-



Рис. 6. Несвязанный трехкомпонентный эндопротез голеностопного сустава HINTEGRA [64]

рианте протеза составляет 88–91% (результаты более 280 000 наблюдений) [67]. Средний объем движений в голеностопном суставе после эндопротезирования составляет 27,2°, и хотя это меньше, нежели в здоровом суставе, считается, что для нормального акта ходьбы достаточно 25° [63, 68, 69]. Частота отличных и хороших результатов по шкале AOFAS достигает 75% [63].

Самым частым осложнением при эндопротезировании голеностопного сустава является стрессовый перелом лодыжек, частота которого может достигать 20% [70], однако гипсовая иммобилизация в большинстве случаев позволяет добиться консолидации перелома [63]. Также к осложнениям при эндопротезировании относятся протрузия и нестабильность, особенно тибального компонента эндопротеза, гетеротопические оссификаты, синовиты, экзостозы лодыжек, мешающие ходьбе, остеопороз костной ткани в зоне цементного крепления и т.д. [7]. По данным разных авторов, частота ревизий после эндопротезирования достигает 4–24% и включает в себя замену полиэтиленового вкладыша, остеотомию переднего или заднего импинджмента, реконструкцию связок, остеотомию пяточной кости, подтаранный артродез, удлинение или укорочение малоберцовой кости, ахиллотомию, остеосинтез перепротезного перелома [1, 68, 69, 71–74]. Для сравнения, ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава достигает 14,4%, ревизионное эндопротезирование коленного сустава — 7,3% [75].

Одним из перспективных направлений в лечении последствий переломов лодыжек является выполнение корригирующих и реконструктивно-восстановительных операций. Корригирующие операции показаны при псевдоартрозах, неправильно сросшихся переломах лодыжек с вальгусной или варусной установкой стопы. Кроме того, измененная после травмы биомеханическая ось нижней конечности при нагрузке еще больше усугубляет дегенерацию травмированного ранее суставного хряща, что подчеркивает необходимость выполнения таких операций, эффективность которых, по данным литературы, составляет 75–90% [76–81]. Существует несколько вариантов остеотомии малоберцовой кости (поперечная, косая, Z-образная, строго по линии перелома) и большеберцовой кости (клиновидная и угловидная). Каждый из этих вариан-

тов имеет свои плюсы и минусы, и ни один из них не является оптимальным во всех клинических случаях. Используют как удлиняющие, так и укорачивающие остеотомии. Длину лодыжек увеличивают за счет аутотрансплантата, взятого местно или из гребня подвздошной кости, аллотрансплантата либо используют заменители костной ткани. При корригирующих остеотомиях обеспечивается декомпрессия пораженных суставных поверхностей, что предотвращает их травмирующее взаимодействие во время движений и замедляет (или полностью останавливает) процесс развития остеоартроза. Сустав разгружается и получает дополнительное кровоснабжение за счет регенерата лодыжек, объем движений в нем увеличивается. Целью реконструктивно-восстановительных операций является восстановление конгруэнтности суставных поверхностей и связочного аппарата голеностопного сустава [7, 76–82].

Для лечения посттравматического артроза голеностопного сустава все чаще стали выполнять артроскопию, которая позволяет не только визуализировать дефекты суставной поверхности, но и может быть использована в качестве самостоятельного метода лечения. Артроскопия включает в себя следующее [11, 76, 79, 83–86]:

- дебридмент поврежденного суставного хряща;
- резекцию костно-хрящевых разрастаний, механическое сглаживание мотошейвером краевых эрозивных очагов, участков разволокненного хряща, видимых шероховатостей и трещин с целью улучшения условий скольжения и трения в пораженном суставе;
- удаление хондромных тел, остеофитов;
- иссечение и удаление спаек и гипертрофированной синовиальной оболочки;
- стимуляцию регенерации хряща путем перфорирования субхондральной кости и/или кюретажа хондрального дефекта;
- устранение переднего и заднего импинджмента;
- замещение хрящевых дефектов клеточными имплантатами [87], в частности, хорошие результаты были получены при использовании матрицы, индуцированной аутологичными хондроцитами (Maci): улучшение показателей, оцененных по AOFAS через 1 год, с 61,2 до 75 [88].

При наличии посттравматического хрящевого дефекта таранной кости до 15 мм рекомендуется выполнить дебридмент с последующим перфорированием субхондральной кости для стимуляции регенерации хряща. Для дефектов более 15 мм необходимо использовать по возможности их фиксацию либо кюретаж и перфорирование с последующим замещением костно-хрящевым трансплантатом или имплантацией аутологичных хондроцитов (ACI) [89–91].

В качестве внешних дистракторов могут применяться как моностержневые дистракторы (Orthofix, Italy и др.) [79], которые демонтируются через 4 нед после наложения, так и петлевые и мануальные методы дистракции [76, 83, 84].

Использование артроскопии для лечения посттравматического артроза I–II стадии (по классификации Келлгрена–Лоуренса) при сохраненной конгруэнтности суставных поверхностей и неизменной биологической оси голеностопного сустава позволило получить 96% отличных и хороших результатов с полным восстановлением трудоспособности у всех пациентов (7-летнее наблюдение) [79].

Количество выполненных артродезов в мире постепенно снижается, так как данная операция влечет за собой в итоге функциональную недостаточность стопы, разбалансированность ее компенсаторных функций и деформирующий артроз всех суставов стопы с болевым синдромом [7, 92–94]. Частота послеоперационных осложнений после артродеза доходит до 60%, частота развития псевдоартрозов составляет в среднем 20%, а инфекционных осложнений — от 5 до 20% [76]. Разработано много способов артродезирования, которые можно подразделить на некомпрессионные и компрессионные. Наиболее широко используют некомпрессионный артродез по методике Вредена–Кэмпбелла, при значительных повреждениях эпиметафиза большеберцовой и таранной костей — артродез по методике Каплана. Компрессионные артродезы производят, используя различные аппараты: И.Г. Гришина, А.А. Илизарова и др. [7, 95, 96]. Резекцию суставных поверхностей выполняют не только осцилляторной пилой и долотом, но и менее инвазивной полой фрезой [97]. Хорошие результаты получены при артродезе интрамедуллярным стержнем [98–101]: в своем исследовании S. Jehan с соавт. [98] проанализировали 659 артродезов, из них в 86,7% случаев наступил костный анкилоз, не требующий в последующем повторных оперативных вмешательств. Наибольшая стабильность и меньшее количество послеоперационных осложнений обеспечиваются при артродезе ретроградным интрамедуллярным стержнем HAN (Synthes, Швейцария), при сравнении его с другим, наиболее часто используемым аналогичным фиксатором АЗ (Small Bone Innovations, США), отличающимся лишь дополнительным дистальным изгибом и отсутствием второго пяточного финта [102]. В последнее время все чаще стали применять артродезирование артроскопическим методом, который позволяет сократить сроки наступления костного анкилоза (в среднем через 8,7 нед после операции; при использовании традиционных открытых методов — через

14,5 нед) и увеличить количество отличных и хороших результатов до 97% [76]. Кроме того, появились сообщения о выполнении артродеза голеностопного сустава под контролем компьютерной навигации, которая позволила добиться высокой точности сопоставления компонентов сустава и снизить время выполнения операции [103].

## Заключение

Несмотря на значительный прогресс в оперативном лечении переломов лодыжек, появление новых методик и фиксаторов, данная проблема по-прежнему остается актуальной. Однако с развитием артроскопии, эндопротезирования, компьютерной навигации и клеточных технологий у хирургов появляется возможность полностью устранить неблагоприятные исходы данной патологии. С течением времени меняются основные приоритеты в хирургическом лечении последствий переломов лодыжек, например, всего лишь несколько лет назад артродез считался «золотым стандартом» лечения остеоартроза голеностопного сустава III стадии, а в настоящее время при данной патологии выполняют эндопротезирование, которое помогает сохранить объем движений в суставе. При анализе литературы мы обнаружили много случаев, когда была выполнена анатомически точная репозиция, восстановлен связочный аппарат и послеоперационное ведение больного было правильным, но пациенту в итоге становилось хуже и у него развивался деформирующий артроз. Причиной этого являются посттравматические дефекты суставного хряща, которые в последующем и индуцируют развитие остеоартроза. С учетом развития современных технологий решением данной проблемы может быть артроскопическое замещение дефектов суставного хряща биологическими клеточными имплантатами.

Проведенный анализ современной литературы позволяет сформулировать основные направления в тактике лечения последствий переломов лодыжек:

1) при остеоартрозе I–II стадии (по классификации Келлгрена–Лоуренса), если достигнуто восстановление конгруэнтности суставных поверхностей и биологической оси голеностопного сустава, рекомендуется выполнение лечебно-диагностической артроскопии;

2) реконструктивно-восстановительные и корригирующие операции следует использовать для восстановления анатомии и биомеханики голеностопного сустава — данное оперативное вмешательство является не только необходимым этапом перед артроскопией, эндопротезированием, артродезом, но и может быть применено в качестве самостоятельного и окончательного метода лечения посттравматического артроза голеностопного сустава I, II, III стадии (по классификации Келлгрена–Лоуренса);

3) эндопротезирование голеностопного сустава рекомендуется осуществлять при наличии остеоартроза III–IV стадии (по классификации Келлгрена–Лоуренса) и только при невозможности эндопротезирования выполнять артродез голеностопного сустава.



**Финансирование исследования и конфликт интересов.** Исследование не финансировалось какими-либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

## Литература

- Lehtonen H., Järvinen T.L.N., Honkonen S., Nyman M., Vihtonen K., Järvinen M. Use of a cast compared with a functional ankle brace after operative treatment of an ankle fracture. *J Bone Joint Surg Am* 2003 Feb; 85(2): 205–211.
- Court-Brown C.M., Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury* 2006; 37(8): 691–697, <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2006.04.130>.
- Franke J., von Recum J., Suda A.J. Intraoperative three-dimensional imaging in the treatment of acute unstable syndesmotom injuries. *J Bone Joint Surg Am* 2012 Aug; 94(15): 1386–1390, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.K.01122>.
- Омельченко Т.Н. Переломы лодыжек и быстро прогрессирующий остеоартроз голеностопного сустава: профилактика и лечение. *Ортопедия, травматология и протезирование* 2013; 4(593): 35–40.
- Яременко Д.А., Шевченко Е.Г., Таршис В.Б. Внутрисуставные повреждения нижних конечностей как причины стойкой утраты трудоспособности. *Ортопедия, травматология и протезирование* 1994; Прил.: 46–47.
- Ролік О.В., Засаднюк І.А. Незрощення довгих кісток (аналіз, фактори ризику, лікувальна тактика). *Ортопедия, травматология и протезирование* 2005; 2: 61–65.
- Травматология и ортопедия. Т. 3. Под ред. Корнилова Н.В., Грязнухина Э.Г. СПб; 2006.
- Павлов Д.В., Воробьева О.В. Клинико-биомеханическая оценка статико-динамических показателей после эндопротезирования голеностопного сустава. *Вопросы травматологии и ортопедии* 2012; 4(5): 7–11.
- Segal A.D., Shofer J., Hahn M.E. Functional limitations associated with end-stage ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2012 May; 94(9): 777–783, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.K.01177>.
- Glazebrook M., Daniels T., Younger A., Foote C.J., Penner M., Wing K., Lau J., Leighton R., Dunbar M. Comparison of health-related quality of life between patients with end-stage ankle and hip arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Mar; 90(3): 499–505, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.F.01299>.
- Thomas R.H., Daniels T.R. Ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85(5): 923–936.
- Valderrabano V., Hintermann B., Horisberger M., Fung T.S. Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sports Med* 2006 Apr; 34(4): 612–620, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546505281813>.
- Leontaritis N., Hinojosa L., Panchbhavi V.K. Arthroscopically detected intra-articular lesions associated with acute ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2009 Feb; 91(2): 333–339, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.H.00584>.
- Кезля О.П., Харькович И.И., Ярмолович В.А., Бенько А.Н. Переломы заднего края дистального метаэпифиза большеберцовой кости. В кн.: *Современные проблемы травматологии и ортопедии*. Воронеж; 2004; с. 124–126.
- Гайко Г.В., Бруско А.Т., Лимар Э.В. Остеоартроз — новый підхід до його профілактики. *Вісник ортопедії, травматології та протезування* 2005; 2: 5–11.
- Сафранюк В.М., Власов Д.В., Стельмах В.В. Ускладнення при накістковому остеосинтезі переломів довгих кісток і ключиці. *Травма* 2005; 6(2): 149–153.
- Berkes M.B., Little M.T.M., Lazaro L.E., Pardee N.C., Schottel P.C., Helfet D.L., Lorich D.G. Articular congruity is associated with short-term clinical outcomes of operatively treated SER IV ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2013 Oct; 95(19): 1769–1775, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.00949>.
- Noh J.H., Roh Y.H., Yang B.G., Kim S.W., Lee J.S., Oh M.K. Outcomes of operative treatment of unstable ankle fractures: a comparison of metallic and biodegradable implants. *J Bone Joint Surg Am* 2012 Nov; 94(22): e166, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.K.01221>.
- Губанов А.В. Результаты оперативного лечения переломов лодыжек. *Молодой ученый* 2011; 3(2): 165–167.
- Рюди Т.П., Баркли Р.Э., Моран К.Г. АО — принципы лечения переломов. Т. 2. *Частная травматология*. Минск: Вассамедиа; 2013.
- Pakarinen H., Laine H.J., Ristiniemi J. When is ankle fracture treatable without surgery? *Duodecim* 2012; 128(17): 1770–1776.
- Egol K.A., Tejwani N.C., Walsh M.G., Capla E.L., Koval K.J. Predictors of short-term functional outcome following ankle fracture surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2006 May; 88(5): 974–979, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.E.00343>.
- Herscovici D.Jr., Anglen J.O., Archdeacon M., Cannada L., Scaduto J.M. Avoiding complications in the treatment of pronation-external rotation ankle fractures, syndesmotom injuries, and talar neck fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Apr; 90(4): 898–908.
- Siegel J., Tornetta P. 3rd. Extraperiosteal plating of pronation-abduction ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Mar; 90(Suppl 2, part 1): 135–144, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.G.01138>.
- Tornetta P. 3rd. Competence of the deltoid ligament in bimalleolar ankle fractures after medial malleolar fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2000 Jun; 82(6): 843–843.
- Wan S., Hong Y., Tian J.Q., Jiang Z., Rao X.H., Liu X.M., Wu Y. Treatment of the distal fibula fractures with intramedullary Kirschner fixation. *Zhongguo Gu Shang* 2013 Jan; 26(1): 78–81.
- Котельников Г.П., Миронов С.П. *Травматология. Национальное руководство*. М: Гэотар-Медиа; 2008.
- Блинов С.В., Малышев Е.Е., Колесов С.Н., Малышев Е.С., Павлов Д.В., Муравина Н.Л. Температурная реакция тканей коленного сустава в послеоперационном периоде при внутрисуставных переломах мыщелков большеберцовой кости. *Современные технологии в медицине* 2011; 4: 177–180.
- Still G.P., Atwood T.C. Operative outcome of 41 ankle fractures: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg* 2009 May–Jun; 48(3): 330–339, <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2009.02.005>.
- Xu H., Li X., Zhang D., Fu Z., Wang T., Zhang P., et al. A retrospective study of posterior malleolus fractures. *Int Orthop* 2012; 36(9): 1929–1936, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-012-1591-9>.
- Lamontagne J., Blachut P.A., Broekhuysen H.M., O'Brien P.J., Meek R.N. Surgical treatment of a displaced lateral malleolus fracture: the antiglide technique versus lateral plate fixation. *J Orthop Trauma* 2002; 16(7): 498–502.
- Femino J.E., Vaseenon T. The direct lateral approach to the distal tibia and fibula: a single incision technique for distal tibial and pilon fractures. *Iowa Orthop J* 2009; 29: 143–148.

33. De Leeuw P.A., Golany P., Sierevelt I.N., van Dijk C.N. The course of the superficial peroneal nerve in relation to the ankle position: anatomical study with ankle arthroscopic implications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010; 18(5): 612–617, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-010-1099-z>.
34. Beekman R., Tracy Watson J. Bosworth fracture-dislocation and resultant compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 2003 Nov; 85(11): 2211–2214.
35. Yao Q., Ni J., Peng L.B., Yu D.X., Yuan X.M. Locked plating with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis versus intramedullary nailing of distal fibula fracture: a retrospective study. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2013 Dec; 93(47): 3748–3751.
36. Liu Y.W., Kuang Y., Gu X.F., Zheng Y.X., Li Z.Q., Wei X.E., Zhang M.C., Zhan H.S., Shi Y.Y. Close reduction combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for proximal and distal fibula fractures: a report of 56 patients. *Zhongguo Gu Shang* 2013 Mar; 26(3): 248–251.
37. Pires R.E., Mauffrey C., de Andrade M.A., Figueiredo L.B., Giordano V., Belloti J.C., dos Reis F.B. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for ankle fractures: a prospective observational cohort study. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014 Aug; 24(7): 1297–1303, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-013-1295-x>.
38. Kim H.J., Oh J.K., Hwang J.H., Park Y.H. The use of T-LCP (locking compression plate) for the treatment of the lateral malleolar fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013 Feb; 23(2): 233–237, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-012-0952-9>.
39. Шмидт Р., Бенеш С. Влияние анатомических реконструкций связок на комплекс голеностопного сустава: исследование in vitro. *Травматология и ортопедия России* 2013; 3(69): 72–79.
40. Krips R., van Dijk C.N., Halasi T., Lehtonen H., Moyon B., Lanzetta A., Farkas T., Karlsson J. Anatomical reconstruction versus tenodesis for the treatment of chronic anterolateral instability of the ankle joint: a 2- to 10-year follow-up, multicenter study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(3): 173–179, <http://dx.doi.org/10.1007/s001670050210>.
41. Walther M., Krieglstein S., Altenberger S., Volkering C., Röser A., Wölfel R. Lateral ligament injuries of the ankle joint. *Der Unfallchirurg* 2013 Sep; 116(9): 776–780, <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-013-2383-4>.
42. Krips R., van Dijk C.N., Halasi P.T., Lehtonen H., Corradini C., Moyon B., Karlsson J. Long-term outcome of anatomical reconstruction versus tenodesis for the treatment of chronic anterolateral instability of the ankle joint: a multicenter study. *Foot Ankle Int* 2001; 22(5): 415–421.
43. Abdelgawad A.A., Kadous A., Kanlic E. Posterolateral approach for treatment of posterior malleolus fracture of the ankle. *J Foot Ankle Surg* 2011; 50(5): 607–611, <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2011.04.022>.
44. Forberger J., Sabandal P.V., Dietrich M., Gralla J., Lattmann T., Platz A. Posterolateral approach to the displaced posterior malleolus: functional outcome and local morbidity. *Foot Ankle Int* 2009; 30(4): 309–314, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2009.0309>.
45. Jowett A.J., Sheikh F.T., Carare R.O., Goodwin M.I. Location of the sural nerve during posterolateral approach to the ankle. *Foot Ankle Int* 2010; 31(10): 880–883, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2010.0880>.
46. Tornetta P. 3rd., Ricci W., Nork S., Collinge C., Steen B. The posterolateral approach to the tibia for displaced posterior malleolar injuries. *J Orthop Trauma* 2011; 25(2): 123–126, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181e47d29>.
47. Fu S., Zou Z.Y., Mei G., Jin D. Advances and disputes of posterior malleolus fracture. *Chin Med J (Engl)* 2013 Oct; 126(20): 3972–3977.
48. Mohammed R., Syed S., Metikala S., Ali S.A. Evaluation of the syndesmotic-only fixation for Weber-C ankle fractures with syndesmotic injury. *Indian J Orthop* 2011 Sep–Oct; 45(5): 454–458, <http://dx.doi.org/10.4103/0019-5413.83953>.
49. DeGroot H., Al-Omari A.A., El Ghazaly S.A. Outcomes of suture button repair of the distal tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle Int* 2011; 32(3): 250–256, <http://dx.doi.org/10.3113/fai.2011.0250>.
50. Forsythe K., Freedman K.B., Stover MD, Patwardhan A.G. Comparison of a novel fiber wire-button construct versus metallic screw fixation in a syndesmotic injury model. *Foot Ankle Int* 2008; 29(1): 49–54, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2008.0049>.
51. Klitzman R., Zhao H., Zhang L.-Q., Strohmeier G., Vora A. Suture-button versus screw fixation of the syndesmosis: a biomechanical analysis. *Foot Ankle Int* 2010; 31(1): 69–75, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2010.0069>.
52. Hamid N., Loeffler B.J., Braddy W., Kellam J.F., Cohen B.E., Bosse M.J. Outcome after fixation of ankle fractures with an injury to the syndesmosis: the effect of the syndesmosis screw. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91(8): 1069–1073, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.91B8.22430>.
53. Lambers K.T.A., van den Bekerom M.P.J., Doornberg J.N., Stufkens S.A.S., van Dijk C.N., Kloen P. Long-term outcome of pronation-external rotation ankle fractures treated with syndesmotic screws only. *J Bone Joint Surg Am* 2013 Sep; 95(17): e1221–1227, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.00426>.
54. Jindal N., Gupta P. Comment on Xu et al.: a retrospective study of posterior malleolus fractures. *Int Orthop* 2013 May; 37(5): 993–994, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-013-1785-9>.
55. Hunt K.J. Syndesmosis injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2013 Dec; 6(4): 304–312, <http://dx.doi.org/10.1007/s12178-013-9184-9>.
56. Chen D.W., Li B., Yang Y.F., Yu G.R. Torsional stiffness in supplemental one-third tubular plate fixation for isolated syndesmosis injuries. *Foot Ankle Int* 2013 Sep; 34(9): 1320, <http://dx.doi.org/10.1177/1071100713496225>.
57. Parada S.A., Krieg J.C., Benirschke S.K., Nork S.E. Bicortical fixation of medial malleolar fractures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2013; 42(2): 90–92.
58. Fowler T.T., Pugh K.J., Litsky A.S., Taylor B.C., French B.G. Medial malleolar fractures: a biomechanical study of fixation techniques. *Orthopedics* 2011; 34(8): e349–e355, <http://dx.doi.org/10.3928/01477447-20110627-09>.
59. Kupcha P., Pappas S. Medial malleolar fixation with a bicortical screw: technique tip. *Foot Ankle Int* 2008; 29(11): 1151–1153, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2008.1151>.
60. Ebraheim N.A., Ludwig T., Weston J.T., Carroll T., Liu J. Comparison of surgical techniques of 111 medial malleolar fractures classified by fracture geometry. *Foot Ankle Int* 2014 May; 35(5): 471–477, <http://dx.doi.org/10.1177/1071100714524553>.
61. Stufkens S.A.S., van den Bekerom M.P.J., Knupp M., Hintermann B., van Dijk C.N. The diagnosis and treatment of deltoid ligament lesions in supination-external rotation ankle

- fractures: a review. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2012 Aug; 7(2): 73–85, <http://dx.doi.org/10.1007/s11751-012-0140-9>.
62. Hobson S.A., Karantana A., Dhar S. Total ankle replacement in patient with significant pre-operative deformity of the hindfoot. *J Bone Joint Surg Br* 2009 Apr; 91(4): 481–486, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.91B4.20855>.
63. Kumar A., Dhar S. Total ankle replacement: early results during learning period. *Foot Ankle Surg* 2007; 13(1): 19–23, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2006.06.002>.
64. Стоянов А.В., Емельянов В.Г., Плиев Д.Г., Михайлов К.С. Эндопротезирование голеностопного сустава. *Травматология и ортопедия России* 2011; 1: 144–152.
65. Hintermann B., Barg A. Mid- to long-term survivorship of Hintegra total ankle. In: Presented at the American Academy of Orthopaedic Surgeons 76th annual meeting. Las Vegas; 2009; p. 25–27.
66. Lee K.T., Lee Y.K., Young K.W., Kim H.J., Park S.Y., Kim J.S., Kim K.C. Perioperative complications of the MOBILITY total ankle system: comparison with the HINTEGRA total ankle system. *J Orthop Sci* 2010 May; 15(3): 317–322, <http://dx.doi.org/10.1007/s00776-010-1456-2>.
67. Havelin L.I., Fenstad A.M., Salomonsson R., Mehnert F., Furnes O., Overgaard S., Pedersen A.B., Herberts P., Kärrholm J., Garellick G. The Nordic Arthroplasty Register Association: a unique collaboration between 3 national hip arthroplasty registries with 280,201 THRs. *Acta Orthop* 2009; 80(4): 393–401, <http://dx.doi.org/10.3109/17453670903039544>.
68. Andersson T., Montgomery F., Carlsson A. Uncemented STAR total ankle prostheses. Three to eight-year follow-up of fifty-one consecutive ankles. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85(7): 1321–1329.
69. Wood P.L., Deakin S. Total ankle replacement. The result in 200 ankles. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85(3): 334–341.
70. McGarvey W.C., Clanton T.O., Lunz D. Malleolar fracture after ankle arthroplasty: a comparison of designs. *Clin Orth Relat Res* 2004; 424: 104–110, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000131202.58536.89>.
71. Buechel F.F.Sr., Buechel F.F.Jr., Pappas M.J. Twenty-year evaluation of cementless mobile-bearing total ankle replacements. *Clin Orth Relat Res* 2004 Jul; 424: 19–26, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000132243.41419.59>.
72. Koefoed H. Scandinavian total ankle replacement (STAR). *Clin Orth Relat Res* 2004; 424: 73–79, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000132414.41124.06>.
73. Yang J.H., Kim H.J., Yoon J.-R., Yoon Y.-C. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for periprosthetic fracture after total ankle arthroplasty: a case report. *Foot Ankle Int* 2011 Feb; 32(2): 200–204, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2011.0200>.
74. Labek G., Todorov S., Iovanescu L., Stoica C.I., Böhler N. Outcome after total ankle arthroplasty — results and findings from worldwide arthroplasty registers. *Int Orthop* 2013 Sep; 37(9): 1677–1682, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-013-1981-7>.
75. Iorio R., Robb W.J., Healy W.L., Berry D.J., Hozack W.J., Kyle R.F., Lewallen D.G., Trousdale R.T., Jiranek W.A., Stamos V.P., Parsley B.S. Orthopaedic surgeon workforce and volume assessment for total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Jul; 90(7): 1598–1605, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.H.00067>.
76. Архипов С.В., Лычагин А.В. Современные аспекты лечения посттравматического деформирующего артроза голеностопного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова* 2000; 4: 64–67.
77. Стоянов А.В. Хирургическое лечение больных с застарелыми пронационными подвывихами в голеностопном суставе (клинико-экспериментальное исследование). Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб; 2005.
78. Roukis T.S. Corrective ankle osteotomies. *Clin Podiatry Med Surg* 2004 Jul; 21(3): 353–370, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpm.2004.03.007>.
79. Giannini S., Buda R., Faldini C., Vannini F., Romagnoli M., Grandi G., Bevoni R. The treatment of severe posttraumatic arthritis of the ankle joint. *J Bone Joint Surg Am* 2007 Oct; 89(Suppl 3): 15–28, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.G.00544>.
80. Rammelt S., Marti R.K., Zwipp H. Joint-preserving osteotomy of malunited ankle and pilon fractures. *Der Unfallchirurg* 2013 Sep; 116(9): 789–796, <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-013-2385-2>.
81. Barg A., Pagenstert G., Leumann A., Valderrabano V. Malleolar osteotomy — osteotomy as approach. *Der Orthopäde* 2013 May; 42(5): 309–321, <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-012-2007-7>.
82. Малышев Е.Е., Варварин О.П., Королев С.Б., Ваганов Б.В. Способ пластики костного дефекта эпиметафиза большеберцовой кости. Патент RU 2309691. 2006.
83. Архипов С.В., Лычагин А.В. Лечение деформирующего артроза голеностопного сустава артроскопическим методом. В кн.: Минимально-инвазивные и эндоскопические технологии в травматологии и ортопедии. Ялта; 2002.
84. Мусалатов Х.А., Архипов С.В., Лычагин А.В. Хирургическое лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний голеностопного сустава артроскопическим методом. В кн.: Материалы VII съезда травматологов-ортопедов России. Новосибирск; 2002.
85. Donnenwerth M.P., Roukis T.S. Outcome of arthroscopic debridement and microfracture as the primary treatment for osteochondral lesions of the talar dome. *Arthroscopy* 2012 Dec; 28(12): 1902–1907, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2012.04.055>.
86. Hepple S., Guha A. The role of ankle arthroscopy in acute ankle injuries of the athlete. *Foot Ankle Clin* 2013 Jun; 18(2): 185–194, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2013.02.001>.
87. Giza E., Howell S. Allograft juvenile articular cartilage transplantation for treatment of talus osteochondral defects. *Foot Ankle Spec* 2013 Apr; 6(2): 141–144, <http://dx.doi.org/10.1177/1938640013479934>.
88. Giza E., Sullivan M., Ocel D., Lundeen G., Mitchell M.E., Veris L., Walton J. Matrix-induced autologous chondrocyte implantation of talus articular defects. *Foot Ankle Int* 2010 Sep; 31(9): 747–753, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2010.0747>.
89. Van Bergen C.J., de Leeuw P.A., van Dijk C.N. Treatment of osteochondral defects of the talus. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2008 Dec; 94(8 Suppl): 398–408, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rco.2008.09.003>.
90. Merian M., Easley M. Diagnosis and treatment of osteochondral lesions of the talus. *Der Orthopäde* 2008 Mar; 37(3): 204–211, <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-008-1219-3>.
91. Murawski C.D., Kennedy J.G. Operative treatment of osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 2013 Jun; 95(11): 1045–1054, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.00773>.
92. Coester L.M., Saltzman C.L., Leupold J., Pontarelli W.

Long term results following ankle arthrodesis for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83(2): 219–228.

93. Chopra S., Rouhani H., Assal M., Aminian K., Crevoisier X. Outcome of unilateral ankle arthrodesis and total ankle replacement in terms of bilateral gait mechanics. *J Orthop Res* 2014 Mar; 32(3): 377–384, <http://dx.doi.org/10.1002/jor.22520>.

94. Thomas R., Daniels T.R., Parker K. Gait analysis and functional outcomes following ankle arthrodesis for isolated ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2006 Mar; 88(3): 526–535, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.E.00521>.

95. Onodera T., Majima T., Kasahara Y., Takahashi D., Yamazaki S., Ando R., Minami A. Outcome of transfibular ankle arthrodesis with Ilizarov apparatus. *Foot Ankle Int* 2012 Nov; 33(11): 964–968, <http://dx.doi.org/10.3113/fai.2012.0964>.

96. Khanfour A.A. Versatility of Ilizarov technique in difficult cases of ankle arthrodesis and review of literature. *Foot Ankle Surg* 2013 Mar; 19(1): 42–47, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2012.10.001>.

97. Федоров В.Г. Фрезевой способ артрореза голеностопного сустава. *Травматология и ортопедия России* 2010; 1: 99–101.

98. Jehan S., Shakeel M., Bing A.J., Hill S.O. The success of tibiototalcalcaneal arthrodesis with intramedullary nailing — a systematic review of the literature. *Acta Orthop Belg* 2011 Oct; 77(5): 644–651.

99. Hyer C.F., Cheney N. Anatomic aspects of tibiototalcalcaneal nail arthrodesis. *J Foot Ankle Surg* 2013 Nov–Dec; 52(6): 724–727, <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2013.06.018>.

100. Gross J.-B., Belleville R., Nespola A., Poiricuitte J.-M., Coudane H., Mainard D., Galois L. Influencing factors of functional result and bone union in tibiototalcalcaneal arthrodesis with intramedullary locking nail: a retrospective series of 30 cases. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014 May; 24(4): 627–633, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-013-1347-2>.

101. Popelka S., Vavřík P., Landor I., Bek J., Popelka ml S., Hromádka R. Tibio-talo-calcaneal arthrodesis with the retrograde intramedullary nail MEDIN. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2013; 80(6): 400–406.

102. Richter M., Evers J., Waehnert D., DeOrio J.K., Pinzur M., Schulze M., Zech S., Ochman S. Biomechanical comparison of stability of tibiototalcalcaneal arthrodesis with two different intramedullary retrograde nails. *Foot Ankle Surg* 2014 Mar; 20(1): 14–19, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2013.08.003>.

103. Richter M., Geerling J., Frink M., Zech S. Computer-assisted surgery (CAS) based correction of posttraumatic ankle and hindfoot deformities — preliminary results. *Foot and Ankle Surgery* 2006; 12(3): 113–119, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2006.02.003>.

## References

1. Lehtonen H., Järvinen T.L.N., Honkonen S., Nyman M., Vihtonen K., Järvinen M. Use of a cast compared with a functional ankle brace after operative treatment of an ankle fracture. *J Bone Joint Surg Am* 2003 Feb; 85(2): 205–211.

2. Court-Brown C.M., Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury* 2006; 37(8): 691–697, <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2006.04.130>.

3. Franke J., von Recum J., Suda A.J. Intraoperative three-dimensional imaging in the treatment of acute unstable

syndesmotic injuries. *J Bone Joint Surg Am* 2012 Aug; 94(15): 1386–1390, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.K.01122>.

4. Omelchenko T.N. Ankle fractures and rapidly progressing osteoarthritis of the ankle joint: prevention and treatment. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* 2013; 4(593): 35–40.

5. Yaremenko D.A., Shevchenko E.G., Tarshis V.B. Intra-articular damages of the lower limbs as a cause of persistent disability. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* 1994; Suppl: 46–47.

6. Rolik O.V., Zasadnyuk I.A. Non-union of long bones (analysis, risk factors, medical tactic). *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* 2005; 2: 61–65.

7. *Travmatologiya i ortopediya*. T. 3 [Traumatology and orthopedics. Vol. 3]. Pod red. Kornilova N.V., Gryaznukhina E.G. [Kornilov N.V., Gryaznukhin E.G. (editors)]. Saint Petersburg; 2006.

8. Pavlov D.V., Vorob'eva O.V. Clinical and biomechanical assessment of staticodynamic indicators after endoprosthesis replacement of the ankle joint. *Voprosy travmatologii i ortopedii* 2012; 4(5): 7–11.

9. Segal A.D., Shofer J., Hahn M.E. Functional limitations associated with end-stage ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2012 May; 94(9): 777–783, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.K.01177>.

10. Glazebrook M., Daniels T., Younger A., Foote C.J., Penner M., Wing K., Lau J., Leighton R., Dunbar M. Comparison of health-related quality of life between patients with end-stage ankle and hip arthrosis. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Mar; 90(3): 499–505, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.F.01299>.

11. Thomas R.H., Daniels T.R. Ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85(5): 923–936.

12. Valderrabano V., Hintermann B., Horisberger M., Fung T.S. Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sports Med* 2006 Apr; 34(4): 612–620, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546505281813>.

13. Leontaritis N., Hinojosa L., Panchbhavi V.K. Arthroscopically detected intra-articular lesions associated with acute ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2009 Feb; 91(2): 333–339, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.H.00584>.

14. Kezlya O.P., Khar'kovich I.I., Yarmolovich V.A., Ben'ko A.N. Perelomy zadnego kraya distal'nogo metaepifiza bol'shebertsovoy kosti. V kn.: *Sovremennye problemy travmatologii i ortopedii* [Fracture of the posterior border of the distal metaepiphysis of the tibia. In: Current issues of traumatology and orthopedics]. Voronezh; 2004; p. 124–126.

15. Gayko G.V., Brusko A.T., Limar E.V. Osteoarthritis — a new approach to prevention. *Visnyk ortopedii, travmatologii ta protezuvannya* 2005; 2: 5–11.

16. Safranyuk V.M., Vlasov D.V., Stel'makh V.V. Complications of extracortical osteosynthesis for fractures of long bones and clavicle fractures. *Travma* 2005; 6(2): 149–153.

17. Berkes M.B., Little M.T.M., Lazaro L.E., Pardee N.C., Schottel P.C., Helfet D.L., Lorich D.G. Articular congruity is associated with short-term clinical outcomes of operatively treated SER IV ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2013 Oct; 95(19): 1769–1775, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.00949>.

18. Noh J.H., Roh Y.H., Yang B.G., Kim S.W., Lee J.S., Oh M.K. Outcomes of operative treatment of unstable ankle fractures: a comparison of metallic and biodegradable implants. *J Bone Joint Surg Am* 2012 Nov; 94(22): e166, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.K.01221>.

19. Gubanov A.V. Results of operative treatment of malleolar fractures. *Molodoy uchenyy* 2011; 3(2): 165–167.
20. Ryudi T.P., Barkli R.E., Moran K.G. *AO — printsipy lecheniya perelomov. T. 2. Chastnaya travmatologiya* [AO — principles of fracture management. Vol. 2. Specific fractures]. Minsk: Vassamedia; 2013.
21. Pakarinen H., Laine H.J., Ristiniemi J. When is ankle fracture treatable without surgery? *Duodecim* 2012; 128(17): 1770–1776.
22. Egol K.A., Tejwani N.C., Walsh M.G., Capla E.L., Koval K.J. Predictors of short-term functional outcome following ankle fracture surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2006 May; 88(5): 974–979, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.E.00343>.
23. Herscovici D.Jr., Anglen J.O., Archdeacon M., Cannada L., Scaduto J.M. Avoiding complications in the treatment of pronation-external rotation ankle fractures, syndesmotic injuries, and talar neck fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Apr; 90(4): 898–908.
24. Siegel J., Tornetta P. 3rd. Extraperiosteal plating of pronation-abduction ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Mar; 90(Suppl 2, part 1): 135–144, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.G.01138>.
25. Tornetta P. 3rd. Competence of the deltoid ligament in bimalleolar ankle fractures after medial malleolar fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2000 Jun; 82(6): 843–843.
26. Wan S., Hong Y., Tian J.Q., Jiang Z., Rao X.H., Liu X.M., Wu Y. Treatment of the distal fibula fractures with intramedullary Kirschner fixation. *Zhongguo Gu Shang* 2013 Jan; 26(1): 78–81.
27. Kotelnikov G.P., Mironov S.P. *Travmatologiya. Natsional'noe rukovodstvo* [Traumatology. National guidelines]. Moscow: Geotar-Media; 2008.
28. Blinov S.V., Malyshev E.E., Kolesov S.N., Malyshev E.S., Pavlov D.V., Muravina N.L. Temperature response of knee joint tissues in postoperative period in intraarticular fractures of condyles of tibia. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2011; 4: 177–180.
29. Still G.P., Atwood T.C. Operative outcome of 41 ankle fractures: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg* 2009 May–Jun; 48(3): 330–339, <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2009.02.005>.
30. Xu H., Li X., Zhang D., Fu Z., Wang T., Zhang P., et al. A retrospective study of posterior malleolus fractures. *Int Orthop* 2012; 36(9): 1929–1936, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-012-1591-9>.
31. Lamontagne J., Blachut P.A., Broekhuysen H.M., O'Brien P.J., Meek R.N. Surgical treatment of a displaced lateral malleolus fracture: the antiglide technique versus lateral plate fixation. *J Orthop Trauma* 2002; 16(7): 498–502.
32. Femino J.E., Vaseenon T. The direct lateral approach to the distal tibia and fibula: a single incision technique for distal tibial and pilon fractures. *Iowa Orthop J* 2009; 29: 143–148.
33. De Leeuw P.A., Golany P., Sierevelt I.N., van Dijk C.N. The course of the superficial peroneal nerve in relation to the ankle position: anatomical study with ankle arthroscopic implications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010; 18(5): 612–617, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-010-1099-z>.
34. Beekman R., Tracy Watson J. Bosworth fracture-dislocation and resultant compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 2003 Nov; 85(11): 2211–2214.
35. Yao Q., Ni J., Peng L.B., Yu D.X., Yuan X.M. Locked plating with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis versus intramedullary nailing of distal fibula fracture: a retrospective study. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2013 Dec; 93(47): 3748–3751.
36. Liu Y.W., Kuang Y., Gu X.F., Zheng Y.X., Li Z.Q., Wei X.E., Zhang M.C., Zhan H.S., Shi Y.Y. Close reduction combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for proximal and distal fibula fractures: a report of 56 patients. *Zhongguo Gu Shang* 2013 Mar; 26(3): 248–251.
37. Pires R.E., Mauffrey C., de Andrade M.A., Figueiredo L.B., Giordano V., Belloti J.C., dos Reis F.B. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for ankle fractures: a prospective observational cohort study. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014 Aug; 24(7): 1297–1303, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-013-1295-x>.
38. Kim H.J., Oh J.K., Hwang J.H., Park Y.H. The use of T-LCP (locking compression plate) for the treatment of the lateral malleolar fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013 Feb; 23(2): 233–237, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-012-0952-9>.
39. Schmidt R., Benesh S. Biomechanical consequences of anatomical reconstruction of the lateral ligaments to the ankle joint complex: an in vitro investigation. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* 2013; 3(69): 72–79.
40. Krips R., van Dijk C.N., Halasi T., Lehtonen H., Moyen B., Lanzetta A., Farkas T., Karlsson J. Anatomical reconstruction versus tenodesis for the treatment of chronic anterolateral instability of the ankle joint: a 2- to 10-year follow-up, multicenter study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(3): 173–179, <http://dx.doi.org/10.1007/s001670050210>.
41. Walther M., Kriegelstein S., Altenberger S., Volkering C., Röser A., Wölfel R. Lateral ligament injuries of the ankle joint. *Der Unfallchirurg* 2013 Sep; 116(9): 776–780, <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-013-2383-4>.
42. Krips R., van Dijk C.N., Halasi P.T., Lehtonen H., Corradini C., Moyen B., Karlsson J. Long-term outcome of anatomical reconstruction versus tenodesis for the treatment of chronic anterolateral instability of the ankle joint: a multicenter study. *Foot Ankle Int* 2001; 22(5): 415–421.
43. Abdelgawad A.A., Kadous A., Kanlic E. Posterolateral approach for treatment of posterior malleolus fracture of the ankle. *J Foot Ankle Surg* 2011; 50(5): 607–611, <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2011.04.022>.
44. Forberger J., Sabandal P.V., Dietrich M., Gralla J., Lattmann T., Platz A. Posterolateral approach to the displaced posterior malleolus: functional outcome and local morbidity. *Foot Ankle Int* 2009; 30(4): 309–314, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2009.0309>.
45. Jowett A.J., Sheikh F.T., Carare R.O., Goodwin M.I. Location of the sural nerve during posterolateral approach to the ankle. *Foot Ankle Int* 2010; 31(10): 880–883, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2010.0880>.
46. Tornetta P. 3rd., Ricci W., Nork S., Collinge C., Steen B. The posterolateral approach to the tibia for displaced posterior malleolar injuries. *J Orthop Trauma* 2011; 25(2): 123–126, <http://dx.doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181e47d29>.
47. Fu S., Zou Z.Y., Mei G., Jin D. Advances and disputes of posterior malleolus fracture. *Chin Med J (Engl)* 2013 Oct; 126(20): 3972–3977.
48. Mohammed R., Syed S., Metikala S., Ali S.A. Evaluation of the syndesmotic-only fixation for Weber-C ankle fractures with syndesmotic injury. *Indian J Orthop* 2011 Sep–Oct; 45(5): 454–458, <http://dx.doi.org/10.4103/0019-5413.83953>.

49. DeGroot H., Al-Omari A.A., El Ghazaly S.A. Outcomes of suture button repair of the distal tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle Int* 2011; 32(3): 250–256, <http://dx.doi.org/10.3113/fai.2011.0250>.
50. Forsythe K., Freedman K.B., Stover MD, Patwardhan A.G. Comparison of a novel fiber wire-button construct versus metallic screw fixation in a syndesmotic injury model. *Foot Ankle Int* 2008; 29(1): 49–54, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2008.0049>.
51. Klitzman R., Zhao H., Zhang L.-Q., Strohmeyer G., Vora A. Suture-button versus screw fixation of the syndesmosis: a biomechanical analysis. *Foot Ankle Int* 2010; 31(1): 69–75, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2010.0069>.
52. Hamid N., Loeffler B.J., Braddy W., Kellam J.F., Cohen B.E., Bosse M.J. Outcome after fixation of ankle fractures with an injury to the syndesmosis: the effect of the syndesmosis screw. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91(8): 1069–1073, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.91B8.22430>.
53. Lambers K.T.A., van den Bekerom M.P.J., Doornberg J.N., Stufkens S.A.S., van Dijk C.N., Kloen P. Long-term outcome of pronation-external rotation ankle fractures treated with syndesmotic screws only. *J Bone Joint Surg Am* 2013 Sep; 95(17): e1221–1227, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.00426>.
54. Jindal N., Gupta P. Comment on Xu et al.: a retrospective study of posterior malleolus fractures. *Int Orthop* 2013 May; 37(5): 993–994, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-013-1785-9>.
55. Hunt K.J. Syndesmosis injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2013 Dec; 6(4): 304–312, <http://dx.doi.org/10.1007/s12178-013-9184-9>.
56. Chen D.W., Li B., Yang Y.F., Yu G.R. Torsional stiffness in supplemental one-third tubular plate fixation for isolated syndesmosis injuries. *Foot Ankle Int* 2013 Sep; 34(9): 1320, <http://dx.doi.org/10.1177/1071100713496225>.
57. Parada S.A., Krieg J.C., Benirschke S.K., Nork S.E. Bicortical fixation of medial malleolar fractures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2013; 42(2): 90–92.
58. Fowler T.T., Pugh K.J., Litsky A.S., Taylor B.C., French B.G. Medial malleolar fractures: a biomechanical study of fixation techniques. *Orthopedics* 2011; 34(8): e349–e355, <http://dx.doi.org/10.3928/01477447-20110627-09>.
59. Kupcha P., Pappas S. Medial malleolar fixation with a bicortical screw: technique tip. *Foot Ankle Int* 2008; 29(11): 1151–1153, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2008.1151>.
60. Ebraheim N.A., Ludwig T., Weston J.T., Carroll T., Liu J. Comparison of surgical techniques of 111 medial malleolar fractures classified by fracture geometry. *Foot Ankle Int* 2014 May; 35(5): 471–477, <http://dx.doi.org/10.1177/1071100714524553>.
61. Stufkens S.A.S., van den Bekerom M.P.J., Knupp M., Hintermann B., van Dijk C.N. The diagnosis and treatment of deltoid ligament lesions in supination-external rotation ankle fractures: a review. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2012 Aug; 7(2): 73–85, <http://dx.doi.org/10.1007/s11751-012-0140-9>.
62. Hobson S.A., Karantana A., Dhar S. Total ankle replacement in patient with significant pre-operative deformity of the hindfoot. *J Bone Joint Surg Br* 2009 Apr; 91(4): 481–486, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.91B4.20855>.
63. Kumar A., Dhar S. Total ankle replacement: early results during learning period. *Foot Ankle Surg* 2007; 13(1): 19–23, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2006.06.002>.
64. Stoyanov A.V., Emelyanov V.G., Pliev D.G., Mikhaylov K.S. Ankle joint replacement. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* 2011; 1: 144–152.
65. Hintermann B., Barg A. Mid- to long-term survivorship of HIntegra total ankle. In: *Presented at the American Academy of Orthopaedic Surgeons 76th annual meeting*. Las Vegas; 2009; p. 25–27.
66. Lee K.T., Lee Y.K., Young K.W., Kim H.J., Park S.Y., Kim J.S., Kim K.C. Perioperative complications of the MOBILITY total ankle system: comparison with the HINTEGRA total ankle system. *J Orthop Sci* 2010 May; 15(3): 317–322, <http://dx.doi.org/10.1007/s00776-010-1456-2>.
67. Havelin L.I., Fenstad A.M., Salomonsson R., Mehnert F., Furnes O., Overgaard S., Pedersen A.B., Herberts P., Kärrholm J., Garellick G. The Nordic Arthroplasty Register Association: a unique collaboration between 3 national hip arthroplasty registries with 280,201 THRs. *Acta Orthop* 2009; 80(4): 393–401, <http://dx.doi.org/10.3109/17453670903039544>.
68. Andersson T., Montgomery F., Carlsson A. Uncemented STAR total ankle prostheses. Three to eight-year follow-up of fifty-one consecutive ankles. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85(7): 1321–1329.
69. Wood P.L., Deakin S. Total ankle replacement. The result in 200 ankles. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85(3): 334–341.
70. McGarvey W.C., Clanton T.O., Lunz D. Malleolar fracture after ankle arthroplasty: a comparison of designs. *Clin Orth Relat Res* 2004; 424: 104–110, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000131202.58536.89>.
71. Buechel F.F.Sr., Buechel F.F.Jr., Pappas M.J. Twenty-year evaluation of cementless mobile-bearing total ankle replacements. *Clin Orth Relat Res* 2004 Jul; 424: 19–26, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000132243.41419.59>.
72. Koefoed H. Scandinavian total ankle replacement (STAR). *Clin Orth Relat Res* 2004; 424: 73–79, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000132414.41124.06>.
73. Yang J.H., Kim H.J., Yoon J.-R., Yoon Y.-C. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for periprosthetic fracture after total ankle arthroplasty: a case report. *Foot Ankle Int* 2011 Feb; 32(2): 200–204, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2011.0200>.
74. Labek G., Todorov S., Iovanescu L., Stoica C.I., Böhrler N. Outcome after total ankle arthroplasty — results and findings from worldwide arthroplasty registers. *Int Orthop* 2013 Sep; 37(9): 1677–1682, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-013-1981-7>.
75. Iorio R., Robb W.J., Healy W.L., Berry D.J., Hozack W.J., Kyle R.F., Lewallen D.G., Trousdale R.T., Jiranek W.A., Stamos V.P., Parsley B.S. Orthopaedic surgeon workforce and volume assessment for total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Jul; 90(7): 1598–1605, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.H.00067>.
76. Arkhipov S.V., Lychagin A.V. Modern aspects of treatment of post-traumatic ankle joint arthrosis deformans. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* 2000; 4: 64–67.
77. Stoyanov A.V. *Khirurgicheskoe lechenie boľnykh s zastarelymi pronatsionnymi podvyvikhami v golenostopnom sustave (kliniko-eksperimental'noe issledovanie)*. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Surgical treatment of patients with old pronation subluxation of the ankle joint (clinical-experimental study). Abstract of Dissertation for the degree of Candidate Medical Science]. Saint Petersburg; 2005.
78. Roukis T.S. Corrective ankle osteotomies. *Clin Podiatry*

*Med Surg* 2004 Jul; 21(3): 353–370, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpm.2004.03.007>.

**79.** Giannini S., Buda R., Faldini C., Vannini F., Romagnoli M., Grandi G., Bevonni R. The treatment of severe posttraumatic arthritis of the ankle joint. *J Bone Joint Surg Am* 2007 Oct; 89(Suppl 3): 15–28, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.G.00544>.

**80.** Rammelt S., Marti R.K., Zwipp H. Joint-preserving osteotomy of malunited ankle and pilon fractures. *Der Unfallchirurg* 2013 Sep; 116(9): 789–796, <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-013-2385-2>.

**81.** Barg A., Pagenstert G., Leumann A., Valderrabano V. Malleolar osteotomy — osteotomy as approach. *Der Orthopäde* 2013 May; 42(5): 309–321, <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-012-2007-7>.

**82.** Malyshev E.E., Varvarin O.P., Korolev S.B., Vaganov B.V. *Sposob plastiki kostnogo defekta epimetafiza bo/shebertsovoy kosti* [Method of bone defect plasty in tibial epimetaphys]. Patent RU 2309691. 2006.

**83.** Arkhipov S.V., Lychagin A.V. Lechenie deformiruyushchego artroza golenostopnogo sustava artroskopicheskim metodom. V kn.: *Minimal'no-invazivnyie i endoskopicheskie tekhnologii v travmatologii i ortopedii* [Treatment of post-traumatic ankle joint arthrosis deformans using an arthroscopic method. In: Minimally invasive and endoscopic techniques in traumatology and orthopedics]. Yalta; 2002.

**84.** Musalatov Kh.A., Arkhipov S.V., Lychagin A.V. Khirurgicheskoe lechenie degenerativno-distroficheskikh zabollevaniy golenostopnogo sustava artroskopicheskim metodom. V kn.: *Materialy VII s'ezda travmatologov-ortopedov Rossii* [Surgical treatment of ankle joint degenerative-dystrophic diseases using an arthroscopic method. In: Materials of VIII Congress of traumatologists and orthopedists of Russia]. Novosibirsk; 2002.

**85.** Donnerwerth M.P., Roukis T.S. Outcome of arthroscopic debridement and microfracture as the primary treatment for osteochondral lesions of the talar dome. *Arthroscopy* 2012 Dec; 28(12): 1902–1907, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2012.04.055>.

**86.** Hepple S., Guha A. The role of ankle arthroscopy in acute ankle injuries of the athlete. *Foot Ankle Clin* 2013 Jun; 18(2): 185–194, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2013.02.001>.

**87.** Giza E., Howell S. Allograft juvenile articular cartilage transplantation for treatment of talus osteochondral defects. *Foot Ankle Spec* 2013 Apr; 6(2): 141–144, <http://dx.doi.org/10.1177/1938640013479934>.

**88.** Giza E., Sullivan M., Ocel D., Lundeen G., Mitchell M.E., Veris L., Walton J. Matrix-induced autologous chondrocyte implantation of talus articular defects. *Foot Ankle Int* 2010 Sep; 31(9): 747–753, <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2010.0747>.

**89.** Van Bergen C.J., de Leeuw P.A., van Dijk C.N. Treatment of osteochondral defects of the talus. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2008 Dec; 94(8 Suppl): 398–408, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rco.2008.09.003>.

**90.** Merian M., Easley M. Diagnosis and treatment of

osteochondral lesions of the talus. *Der Orthopäde* 2008 Mar; 37(3): 204–211, <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-008-1219-3>.

**91.** Murawski C.D., Kennedy J.G. Operative treatment of osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg Am* 2013 Jun; 95(11): 1045–1054, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.00773>.

**92.** Coester L.M., Saltzman C.L., Leupold J., Pontarelli W. Long term results following ankle arthrodesis for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83(2): 219–228.

**93.** Chopra S., Rouhani H., Assal M., Aminian K., Crevoisier X. Outcome of unilateral ankle arthrodesis and total ankle replacement in terms of bilateral gait mechanics. *J Orthop Res* 2014 Mar; 32(3): 377–384, <http://dx.doi.org/10.1002/jor.22520>.

**94.** Thomas R., Daniels T.R., Parker K. Gait analysis and functional outcomes following ankle arthrodesis for isolated ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2006 Mar; 88(3): 526–535, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.E.00521>.

**95.** Onodera T., Majima T., Kasahara Y., Takahashi D., Yamazaki S., Ando R., Minami A. Outcome of transfibular ankle arthrodesis with Ilizarov apparatus. *Foot Ankle Int* 2012 Nov; 33(11): 964–968, <http://dx.doi.org/10.3113/fai.2012.0964>.

**96.** Khanfour A.A. Versatility of Ilizarov technique in difficult cases of ankle arthrodesis and review of literature. *Foot Ankle Surg* 2013 Mar; 19(1): 42–47, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2012.10.001>.

**97.** Fedorov V.G. Arthrodesis of the ankle joint using milling-cutter. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* 2010; 1: 99–101.

**98.** Jehan S., Shakeel M., Bing A.J., Hill S.O. The success of tibiototalcaneal arthrodesis with intramedullary nailing — a systematic review of the literature. *Acta Orthop Belg* 2011 Oct; 77(5): 644–651.

**99.** Hyer C.F., Cheney N. Anatomic aspects of tibiototalcaneal nail arthrodesis. *J Foot Ankle Surg* 2013 Nov–Dec; 52(6): 724–727, <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2013.06.018>.

**100.** Gross J.-B., Belleville R., Nespola A., Poircuite J.-M., Coudane H., Mainard D., Galois L. Influencing factors of functional result and bone union in tibiototalcaneal arthrodesis with intramedullary locking nail: a retrospective series of 30 cases. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014 May; 24(4): 627–633, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-013-1347-2>.

**101.** Popelka S., Vavřík P., Landor I., Bek J., Popelka ml S., Hromádka R. Tibio-talo-calcaneal arthrodesis with the retrograde intramedullary nail MEDIN. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2013; 80(6): 400–406.

**102.** Richter M., Evers J., Waehnert D., DeOrio J.K., Pinzur M., Schulze M., Zech S., Ochman S. Biomechanical comparison of stability of tibiototalcaneal arthrodesis with two different intramedullary retrograde nails. *Foot Ankle Surg* 2014 Mar; 20(1): 14–19, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2013.08.003>.

**103.** Richter M., Geerling J., Frink M., Zech S. Computer-assisted surgery (CAS) based correction of posttraumatic ankle and hindfoot deformities — preliminary results. *Foot and Ankle Surgery* 2006; 12(3): 113–119, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2006.02.003>.