

Артродезирование голеностопного сустава с использованием трех спонгиозных винтов

В.В. Хоминец, С.В. Михайлов, Д.А. Шакун, С.Е. Жумагазиев, А.В. Комаров

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ
ул. Акад. Лебедева, д. 6, 194044, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить эффективность предложенного способа артрорезирования тремя спонгиозными винтами у пациентов с посттравматическим деформирующим артрозом голеностопного сустава.

Материал и методы. Особенность методики заключается в том, что после удаления хряща таранной и большеберцовой костей, оригинальной пластики аутологичной костью стопы выводят в оптимальное положение и фиксируют голеностопный сустав тремя спонгиозными винтами. Предложенным способом было прооперировано 23 пациента с посттравматическим деформирующим артрозом голеностопного сустава III–IV степени. Состояние всех пациентов до и после операции оценивали с использованием шкалы оценки голеностопного сустава и заднего отдела стопы, принятой Американским ортопедическим обществом стопы и голеностопного сустава (AOFAS).

Результаты. У 20 (88%) больных костный анкилоз голеностопного сустава был достигнут в срок до 2,5 мес., что было подтверждено рентгенологическим исследованием, у 2 (8%) больных анкилоз состоялся в срок до 4 мес. У одного больного (4%) возникла потеря корректного положения стопы с миграцией винтов. Пациенты, у которых отклонение таранно-большеберцового угла не превышало 5° по сравнению со здоровой конечностью после операции, имели наилучшие функциональные результаты.

Заключение. Предложенный способ обеспечивает надежное удержание таранной кости в заданном положении, одномоментную компрессию между замыкаемыми поверхностями сустава и позволяет начать раннюю и эффективную реабилитацию

Ключевые слова: посттравматический деформирующий артроз, артрорез голеностопного сустава, спонгиозные винты, костная пластика, таранно-большеберцовый угол.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-117-126

Ankle Arthrodesis with Three Cancellous Screws

V.V. Khominets, S.V. Mikhailov, D.A. Shakun, S.E. Shumagaziev, A.V. Komarov

Kirov Military Medical Academy
6, ul. Akad. Lebedeva, 194044, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Purpose — to evaluate the efficiency of the proposed method of arthrodesis by three cancellous screws in patients with posttraumatic arthrosis of the ankle joint.

Materials and Methods. After removal of talus and tibia cartilage and autografting the proposed method features placement of foot into the optimal position and fixation of the ankle joint with three cancellous screws. 23 patients with posttraumatic ankle deformity arthrosis of grades III–IV underwent surgery according to the described procedure. Condition of all patients prior to and after the surgery was evaluated using the international ankle and rear foot assessment scale of the American Orthopedic Society of the Foot and Ankle (AOFAS).

Хоминец В.В., Михайлов С.В., Шакун Д.А., Жумагазиев С.Е., Комаров А.В. Артродезирование голеностопного сустава с использованием трех спонгиозных винтов. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):117-126. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-117-126.

Cite as: Khominets V.V., Mikhailov S.V., Shakun D.A., Shumagaziev S.E., Komarov A.V. [Ankle Arthrodesis with Three Cancellous Screws]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):117-126. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-117-126.

Комаров Артем Владимирович. Ул. Акад. Лебедева, д. 6, 194044, Санкт-Петербург, Россия / Artem V. Komarov. 6, ul. Akad. Lebedeva, 194044, St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: ximikatu@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 07.02.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 23.04.2018.

Results. In 20 patients (88%) the ankle ankylosis was reported within 2.5 months, which was confirmed by X-ray examination. In 2 patients (8%) the ankylosis took place in the period up to 4 months. Loss of the correct position of the foot with screws migration was reported in one patient (4%). The authors observed that patients with postoperative deviation of the tibiotalar angle not exceeding 5 degrees as compared to a healthy limb demonstrated the best functional outcomes.

Conclusion. The suggested technique ensures a secure fixation of talus in a predetermined position, a single-step compression between the closed joint surfaces and allows an early effective rehabilitation.

Keywords: posttraumatic deformity arthrosis, ankle arthrodesis, cancellous screws, bone grafting, tibiotalar angle.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-117-126

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Введение

Среди заболеваний крупных суставов частота деформирующего артроза голеностопного сустава составляет от 9 до 25% [1–3]. Чаще деформирующий артроз голеностопного сустава развивается после перенесенной травмы (70–78%) или на фоне ревматоидного артрита (до 12%), и лишь в 7–10% диагностируется первичный деформирующий артроз [4, 5]. Основными причинами развития посттравматического деформирующего артроза голеностопного сустава являются: неустранимый подвывих стопы, неудовлетворительная репозиция отломков, хроническая нестабильность, а также неправильное реабилитационно-восстановительное лечение [6, 7].

Несмотря на активную разработку новых способов лечения посттравматического деформирующего артроза голеностопного сустава, артродез в ряде случаев является единственным возможным вмешательством, позволяющим устранить боль, патологическую установку конечности и восстановить ее опороспособность. Поэтому артродез многие авторы считают «золотым стандартом» ортопедии [8–11].

На сегодняшний день в клинической практике используют много вариантов оперативных методик артродеза голеностопного сустава, отличающихся хирургическими доступами, способами обработки суставных поверхностей, видами фиксации, которые включают применение аппарата внешней фиксации (Илизарова, Гришина, Calandruccio и т.д.), интрамедуллярных гвоздей, винтов и пластин, а также вариантами применения костной пластики [12–16]. При этом наиболее частыми причинами неудач являются несращения и инфекционные осложнения [17–19]. Хорошим результатом операции является образование костного анкилоза и удовлетворительное восстановление функции конечности. Поэтому при артродезировании голеностопного сустава важно соблюдать следующие принципы: максимально возможное удаление суставного хряща

и кист, выведение стопы в функционально выгодное положение, увеличение площади между анкилозируемыми поверхностями костей при помощи костной пластики, прочное удержание их в таком положении до полного сращения [20].

Цель исследования — оценить эффективность предложенного способа артродезирования при помощи трех спонгиозных винтов у пациентов с посттравматическим деформирующим артрозом голеностопного сустава.

Материал и методы

В период с 2009 по 2016 г. предложенным способом было прооперировано 23 пациента с посттравматическим деформирующим артрозом голеностопного сустава III–IV стадии по классификации Kellgren – Lawrence: 11 (48%) мужчин и 12 (52%) женщин, средний возраст которых составил 48 ± 11 лет.

У всех больных деформирующий артроз носил вторичный характер вследствие полученной ранее травмы, 14 больных ранее были оперированы в различных медицинских организациях от одного до трех раз. Им выполнялись следующие вмешательства: закрытая или открытая репозиция и остеосинтез при переломах лодыжек, дистального метаэпифиза большеберцовой кости. У 3 человек диагностировали смещение оси голеностопного сустава с варусной деформацией более 10° , у 5 — с вальгусной деформацией более 10° , у 2 больных — эквинусной деформацией более 10° . При этом смещения таранной кости у наблюдаемых больных не было, у 4 больных диагностировали подвывих стопы кзади.

Состояние всех пациентов до и после операции оценивали с использованием шкалы оценки голеностопного сустава и заднего отдела стопы, принятой Американским ортопедическим обществом стопы и голеностопного сустава (AOFAS) [21]. Для выяснения характера и тяжести деформации и определения тактики дальнейше-

го лечения выполняли: рентгенографию обоих голеностопных суставов в двух стандартных проекциях и в боковой проекции в положении стоя с нагрузкой для определения угла между линиями, проведенными вдоль оси большеберцовой кости и оси шейки таранной кости (бокового таранно-большеберцового угла) [19, 22]. Также проводили рентген-функциональное исследование в боковой проекции, что позволяло оценить суммарную подвижность суставов среднего отдела стопы в сагиттальной плоскости при максимальном тыльном и подошвенном сгибании (определяли углы между осью таранной кости и длинной осью первой плюсневой кости в крайних точках движения).

Техника операции. Выполняли стандартный передний доступ к голеностопному суставу длиной от 6,0 до 9,0 см (рис. 1 а). Удаляли переднюю часть капсулы голеностопного сустава и осуществляли резекцию краевых остеофитов. Тщательно удаляли хрящ суставных поверхностей большеберцовой кости и блока таранной кости с помощью остеотома, острых костных ложек и кусачек (рис. 1 б).

Для полноценного осмотра и обработки задних отделов сустава, а также медиальной и лате-

ральной борозд плафоида большеберцовой кости использовали элеватор в качестве распорки. Его устанавливали поперек суставной щели последовательно — сначала в центре сустава, а затем по медиальному и латеральному краям. После обработки суставных поверхностей применяли костные губчато-кортикальные аутотрансплантаты, взятые из крыла подвздошной кости, размером 0,4–0,8 см (рис. 2).

Трансплантаты устанавливали между анкилозируемыми поверхностями таранной и большеберцовой костей с учетом силовых линий, которые проходили вертикально. Оставшиеся между опорными трансплантатами полости заполняли костной крошкой. В некоторых случаях (если расстояние между анкилозируемыми поверхностями голеностопного сустава после их резекции не превышает 1 см) возможно выполнение артродеза без использования костной пластики. Но при этом возникает необходимость в резекции малоберцовой кости в нижней трети, так как она может препятствовать полноценной компрессии между суставными поверхностями таранной и большеберцовой костей, создавая эффект распорки.

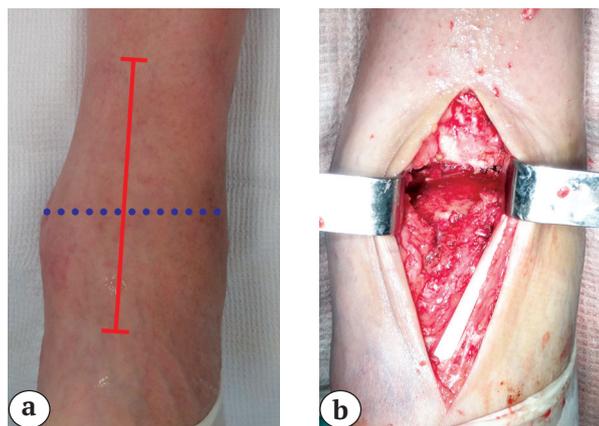


Рис. 1. Этапы операции:

а — передний доступ к голеностопному суставу;
б — виден блок таранной кости после удаления суставного хряща

Fig. 1. Procedure stages:

а — anterior approach to ankle joint;
б — visualized talar block after removal of articular cartilage

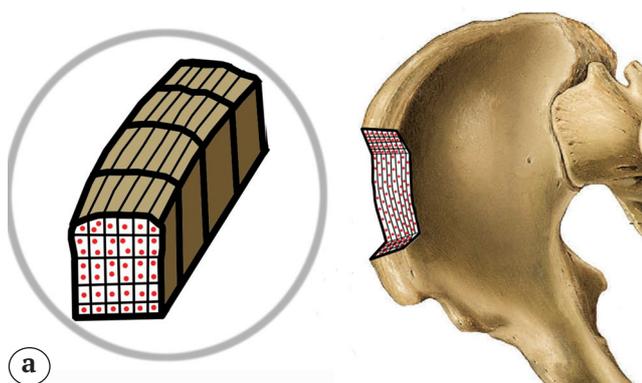


Рис. 2. Схема забора губчато-кортикального аутотрансплантата из гребня подвздошной кости (а).

Изготовление опорных трансплантатов при помощи осциллирующей пилы (б)

Fig. 2. Bone cortical-cancellous iliac crest grafts harvesting (а).

Preparation of support grafts from iliac crest with the oscillating saw (б).

Стопу устанавливали в функционально выгодное положение: нейтральное подошвенное сгибание 90° , наружная ротация первого луча $5-10^\circ$ относительно гребня большеберцовой кости, вальгусная установка 5° . При этом таранно-большеберцовый угол, т.е. угол между линиями, проведенными вдоль оси большеберцовой кости и оси шейки таранной кости [19, 22], должен был соответствовать аналогичному углу здоровой конечности. В норме он составляет $100-120^\circ$. Таранно-большеберцовый угол определяли при планировании в предоперационном периоде по рентгенограмме здорового голеностопного сустава в боковой проекции в положении стоя. Данный угол выявлен в ходе ретроспективного анализа оценки отдаленных результатов у 12 больных. Контроль положения таранной кости и стопы осуществляли с помощью ЭОП.

В этом положении фиксировали голеностопный сустав двумя спицами, проведенными параллельно через переднюю поверхность метаэпифиза большеберцовой кости в блок таранной кости в направлении центральной части задней суставной поверхности подтаранного сустава (рис. 3а). Третью спицу вводили через задний отдел дистального метаэпифиза большеберцовой кости трансартикулярно в шейку таранной кости (рис. 3б). Эти спицы позволяли сохранить установленное положение таранной кости, поэтому при введении компрессирующих винтов через перед-

ний отдел дистального метаэпифиза большеберцовой кости в блок таранной кости смещения последней кпереди не возникало. Отверстия под винты выполняли по спицам канюлированным сверлом диаметром 5,0 мм.

Затем последовательно вводили два параллельных спонгиозных винта диаметром 6,5 или 7,3 мм с неполной резьбой, длина которой составляла 16 мм. Точки ввода находились на 2,5–3,0 см выше суставной щели, направление спереди назад и книзу (рис. 4).

Третий винт может быть введен двумя способами:

1) через заднемедиальный отдел дистального метаэпифиза большеберцовой кости на расстоянии 3,0 см от вершины медиальной лодыжки в шейку таранной кости (рис. 4а);

2) через центральную часть заднего отдела дистального метаэпифиза большеберцовой кости на расстоянии 3,0 см выше щели голеностопного сустава в шейку таранной кости. В этом случае винт устанавливают через прокол кожи и подлежащего ахиллова сухожилия по задней поверхности голени в нижней трети на расстоянии 5,0–7,0 см от бугра пяточной кости (рис. 4б).

Особенностью данной методики являлось то, что больной переводился в положение на здоровый бок, что упрощало проведение направляющей спицы в таранную кость и уменьшало время использования ЭОП на 3–4 мин.



Рис. 3. Порядок проведения направляющих спиц при артрodesировании голеностопного сустава:

- а — две спицы, проведенные через переднюю поверхность дистального метаэпифиза большеберцовой кости в блок таранной кости;
 б — спица, проведенная с заднемедиального отдела дистального метаэпифиза большеберцовой кости в направлении шейки таранной кости

Fig. 3. Pin fixation of ankle joint:

- а — two pins inserted through the anterior surface of distal tibia metaepiphysis into the talar block;
 б — pin passed from the posteromedial aspect of distal tibial metaepiphysis in the direction of the talar neck

1 – большеберцовая кость; 2 – таранная кость; 3 – малоберцовая кость; 4 – костные кортикально-губчатые аутографтаты;
 5 – винты, введенные с переднего края дистального метаэпифиза большеберцовой кости в блок таранной кости;
 6 – винт, введенный в шейку таранной кости
 1 – tibia; 2 – talus; 3 – fibula; 4 – bone cortical-cancellous autografts;
 5 – screws inserted from anterior surface of distal tibia metaepiphysis into the talar block;
 6 – screw inserted into the talar neck

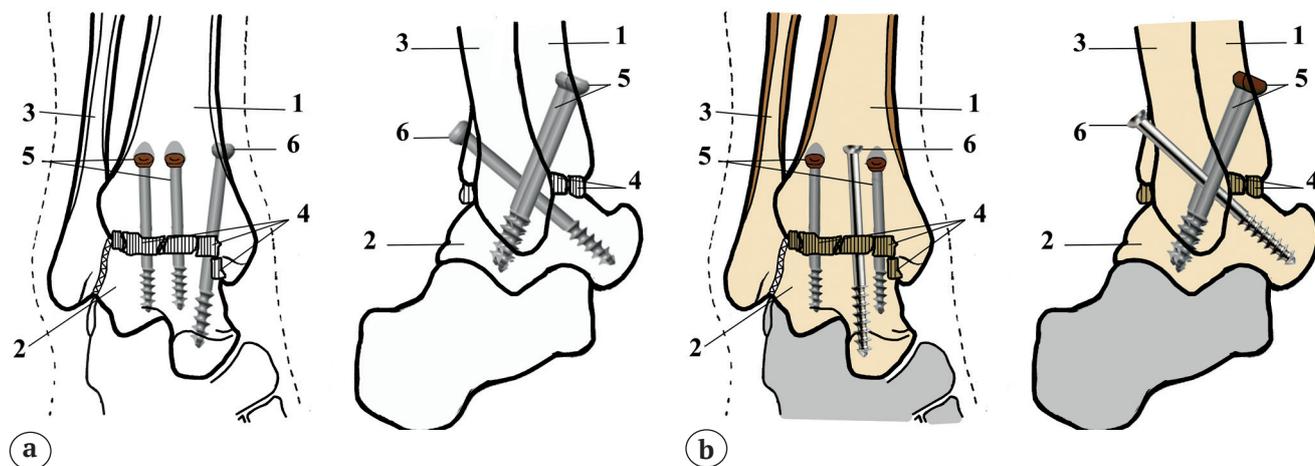


Рис. 4. Схема артродеза голеностопного сустава тремя винтами:
 а – 3-й винт (6), введенный через заднемедиальный отдел дистального метаэпифиза большеберцовой кости в шейку таранной кости;
 б – 3-й винт (6), введенный через задний отдел дистального метаэпифиза большеберцовой кости в шейку таранной кости

Fig. 4. Plan of ankle arthrodesis by three screws.
 а – third screw (6) inserted through posteromedial aspect of distal tibia metaepiphysis into talar neck;
 б – third screw (6) inserted through posterior aspect of distal tibia metaepiphysis into talar neck

При наличии стойкой контрактуры голеностопного сустава в положении подошвенного сгибания выполняли удлиняющую Z-образную чрескожную ахиллотомию. Ее выполнение потребовалась у 2 (8%) больных. Рану ушивали послойно. Выполняли иммобилизацию голени и стопы гипсовой (полимерной) циркулярной повязкой на срок 2,5 мес. Дозированную нагрузку разрешали через 1,5–2 мес. в гипсовой повязке с доведением ее до полной к 2,5 мес., после чего повязку снимали. Через 3,5–4 мес. разрешали полную нагрузку без дополнительной опоры.

Рентгенографические исследования в послеоперационном периоде выполняли на сроках 1,5 и 2,5 мес., а также через год после операции.

Объем кровопотери при операциях колебался от 50 до 150 мл, составляя в среднем 95 ± 35 мл. Длительность операций варьировала от 90 до 180 мин, в среднем 150 ± 24 мин. Продолжительность стационарного лечения составила от 4 до 16 дней, в среднем, $9,0 \pm 3,6$.

Костную аутопластику применяли у 18 (78%) больных. Столь частое применение костной пластики было обусловлено наличием выраженного остеосклероза суставных поверхностей, что требовало значительного удаления не только хряща, но и

подлежащей под ним кости, поэтому дефект костной ткани мог составлять до 1,5 см. В некоторых случаях, особенно после переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости, имелись значительного размера кисты и полости, заполнение которых костнопластическим материалом способствовало формированию полноценного анкилоза. У 5 (22%) пациентов операция была дополнена остеотомией или резекцией малоберцовой кости. Необходимость этого элемента была обусловлена наличием неправильно (с вальгусной деформацией) сросшегося перелома малоберцовой кости, что вызывало ригидную деформацию голеностопного сустава. В 2 (8%) выполнялась удлиняющая ахиллотомия.

Результаты

У 20 (88%) больных анкилоз голеностопного сустава был достигнут в срок до 2,5 мес., что было подтверждено рентгенологическим исследованием, у 2 (8%) больных – в срок до 4 мес. У одного больного (4%) возникла потеря корректного положения стопы с миграцией винтов. Это осложнение было обусловлено несоблюдением больным рекомендованного послеопе-

рационального режима. Больному потребовалось повторное хирургическое вмешательство с последующей иммобилизацией голени и стопы окончатой повязкой из быстротвердеющих полимеров. Анкилоз состоялся в срок до 6 мес. Таким образом, в течение 6 мес. после операции артродез голеностопного сустава у всех больных был достигнут.

В среднем оценка функциональных результатов по шкале AOFAS до операции составила 28 ± 12 баллов (от 16 до 47), на момент последнего осмотра — 82 ± 11 баллов (от 55 до 92). После операции клиничко-функциональное обследование больных было проведено в сроки от 6 до 48 мес. Хорошие функциональные результаты получены у 18 (77%) больных, удовлетворительные — у 5 (23%), неудовлетворительных результатов не было.

Анализ результатов показал, что пациенты, у которых отклонение таранно-большеберцового угла не превышало 5° по сравнению со здоровой конечностью после операции, имели наилучшие функциональные результаты.

Качество жизни оперированных пациентов значительно улучшилось, работоспособная часть пациентов приступили к трудовой деятельности по специальности.

В раннем послеоперационном периоде у 2 (8%) больных имело место поверхностное воспаление кожи в области хирургического разреза, которое устранили приемом антибиотиков.

Клинический пример

Пациентка С., 36 лет, в 2007 г. получила перелом правой малоберцовой кости в нижней трети, разрыв дистального межберцового синдесмоза, подвывих стопы кнаружи (по классификации АО 44В1). Получала консервативное лечение. В течение 5 лет отмечала нарастание хромоты и боли в области правого голеностопного сустава, в связи с чем обратилась в клинику в ноябре 2014 г.

При осмотре: больная ходит, хромя на правую ногу. Контуры правого голеностопного сустава сглажены. Движения ограничены: тыльное сгибание — 85° , подошвенное сгибание — 110° . На рентгенограммах и компьютерных томограммах отмечаются признаки посттравматического деформирующего артроза правого голеностопного сустава III стадии (рис. 5).

Больной выполнена операция: артродез правого голеностопного сустава тремя спонгиозными винтами с применением свободной костной аутопластики трансплантатами, взятыми из гребня правой подвздошной кости. Дозированную нагрузку разрешили через 8 нед. Через 10 нед. на рентгенограммах зарегистрированы признаки сращения ауто трансплантата с таранной и большеберцовой костями. Полная нагрузка разрешена через 12 нед. Осмотрена через год после операции. Ходит, практически не хромя, отека правого голеностопного сустава нет, положение стопы относительно голени среднефизиологическое. Суммарная подвижность суставов среднего отдела стопы в сагиттальной плоскости составила 30° . Пациентка отмечает отсутствие болевого синдрома, оценка по шкале AOFAS — 92 балла (рис. 6).



Рис. 5. Рентгенограммы и компьютерные томограммы правого голеностопного сустава больной С.

при поступлении в клинику: посттравматический деформирующий артроз голеностопного сустава III стадии

Fig. 5. X-rays and CT scans of the right ankle joint of female patient S. at admission: posttraumatic deforming arthrosis off III grade



Рис. 6. Рентгенограммы правого голеностопного сустава больной С. после оперативного лечения:
 а — через 10 нед. после выполнения артродеза голеностопного сустава тремя спонгиозными винтами со свободной костной аутопластикой;
 б — через 1 год после операции — состоявшийся анкилоз голеностопного сустава;
 с — рентгенологическая оценка тыльного и подошвенного сгибания, суммарная подвижность суставов среднего отдела стопы в сагиттальной плоскости составила 30°;
 д, е — рентгенограммы в боковой проекции здорового и артродезировавшего голеностопных суставов с нагрузкой с определением таранно-большеберцовых углов (угол составляет 112 и 110° соответственно)

Fig. 6. X-rays of right ankle joint of female patient S. after surgery:
 а — after arthrodesis by three cancellous screws with free bone graft;
 б — two years after the surgery, complete ankle ankylosis;
 с — roentgenological assessment of dorsal and plantar flexion; overall ROM of mid foot in sagittal plane was 30°;
 д, е — lateral x-rays of healthy and operated ankles under load with identification of tibiotalar angles (112° and 110° respectively)

Обсуждение

Артродез голеностопного сустава в настоящее время остается «золотым стандартом» и наиболее распространенным методом лечения больных с посттравматическим деформирующим артрозом голеностопного сустава III–IV стадии. Успехом артродезирования голеностопного сустава является формирование анкилоза, который обычно приводит к восстановлению опороспособности, устранению болевого синдрома и патологической установки конечности. Частота формирования анкилоза при лечении предложенной методикой составила 100%, что соответствует последним данным, приводимым в литературе — 87–100% [14, 22–24]. У 20 (88%) больных анкилоз голеностопного сустава наступил на 10-й нед., что также соответствует данным, представленным в литературе [10, 19, 20, 24].

Р.А. DeNeer с соавторами удалось получить анкилоз в более короткие сроки [20]. Однако точное определение сроков образования анкилоза зависит от частоты и времени проведения послеоперационного рентгенологического обследования.

Для достижения анкилоза голеностопного сустава мы следовали определенным принципам, одним из которых является полное удаление хряща при максимально возможной визуализации сустава. Мы использовали передний доступ к голеностопному суставу, который обеспечивает достаточный обзор голеностопного сустава и облегчает подготовку анкилозируемых поверхностей для коррекции положения таранной кости [24]. Мы считаем, что резекция оставшегося хряща и склеротически измененной костной ткани при сохранении ее контуров позволяет создать широкие контактные поверхности, достичь стабильного анкилоза и исключает ротационные смещения блока таранной кости. Мы согласны с другими авторами, что применение костных аутооттрансплантатов, обладающих остеокондуктивными, остеоиндуктивными, остеогенными свойствами и отсутствием иммунологических реакций, остается «золотым стандартом», способствует снижению образования ложных суставов и являются предпочтительным материалом для артродеза [20, 25–28]. Аутооттрансплантаты из гребня подвздошной кости являются наиболее распространенными из-за легкости доступа и получения, незначительной болезненности, а также наличия большого количества как кортикальной, так и губчатой кости [29].

Не менее важным условием для успешного формирования анкилоза является оптимальное положение таранной кости и стопы относительно голени (большеберцовой кости) [19, 22]. По данным научной литературы, менее благоприятные результаты и высокая степень артроза подтаран-

ного сустава объясняются фиксацией стопы в некорректном положении [23, 30–32]. Также по данным некоторых авторов, правильно выполненный артродез имеет важное значение для удовлетворительного функционального результата и приводит к меньшей нагрузке на смежные суставы, включая коленный [30, 31, 33, 34].

Разработанная методика артродезирования голеностопного сустава с применением трех спонгиозных винтов, костной аутопластики или без нее, с выявлением оптимального таранно-большеберцового угла является перспективной для достижения анкилоза голеностопного сустава. Она обеспечивает надежное удержание таранной кости в заданном положении, одномоментную компрессию между замыкаемыми поверхностями сустава. После формирования анкилоза голеностопного сустава возможно осуществление движений в суставах стопы, главным образом в подтаранном, Шопаровом суставе и в суставе Лисфранка, что позволяет начать раннюю и эффективную реабилитацию, а потеря движений в голеностопном суставе в значительной степени компенсируется сохраненными движениями вышеуказанных суставов.

Пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Ежов М.Ю. Стопа. Дегенеративно-дистрофические заболевания суставов стопы и голеностопного сустава. Н. Новгород; 2011. С. 12–13 с.
Yezhov M.Yu. [Foot. Degenerative and dystrophic diseases of the joints of the foot and ankle joint]. Nizhny Novgorod; 2011. pp. 12–13. (in Russian).
- Рукина Н.Н., Ежов М.Ю., Ежов Ю.И. Особенности распределения нагрузки на отделы стопы в различных биомеханических условиях. *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2012;17(3):32–36.
Rukina N.N., Yezhov M.Yu., Yezhov Yu.I. [Peculiarities of load distribution on foot sections in different biomechanical conditions]. *Vestnik Ivanovskoi meditsinskoi akademii* [Bulletin of the Ivanovo Medical Academy] 2012;17(3):32–36. (in Russian).
- Омельченко Т.Н. Переломы лодыжек и быстро прогрессирующий остеоартроз голеностопного сустава: профилактика и лечение. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2013;(4):35–40.
Omelchenko T.N. [Fractures of the ankles and fast-progressive osteoarthritis of the ankle joint: prevention and treatment]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, traumatology and prosthetics]. 2013;(4):35–40. (in Russian).
- Saltzman C.L., Salamon M.L., Blanchard G.M., Huff T., Hayes A., Buckwalter J.A., Amendola A. Epidemiology of ankle arthritis: report of a consecutive series of 639 patients from a tertiary orthopaedic center. *Iowa Orthop J*. 2005;25:44–46.

5. Thomas R.L., Sathe V., Habib S.I. The use of intramedullary nails in tibiototalcalcaneal arthrodesis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(1):1-7. DOI: 10.5435/JAAOS-20-01-001.
6. Тихилов Р.М., Корышков Н.А., Емельянов В.Г., Стоянов А.В., Журавлев А.В., Привалов А.М. Опыт эндопротезирования голеностопного сустава в Российском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2009;(3):56-60. Tikhilov R.M., Koryshkov N.A., Yemelyanov V., Stoyanov A.V., Zhuravlev A.V., Privalov A.M. [Ankle arthroplasty in the Vreden Russian Scientific Institute of Traumatology and Orthopedics]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2009;(3):56-60. (in Russian).
7. Михайлов К.С., Емельянов В.Г., Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Сорокин Е.П. Обоснование выбора операций артродезирования или эндопротезирования у пациентов с артрозом голеностопного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2016;(1):21-32. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-21-32. Mikhaylov K.S., Emelyanov V.G., Tikhilov R.M., Kochish A.Yu., Sorokin E.P. [Substantiation of surgery method in patient with ankle osteoarthritis: arthrodesis or arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2016;(1): 21-32. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-21-32.
8. Яременко Д.А., Бабуркина Е.П., Кишкарь А.В. Артродез при последствиях осложнений травм голеностопного сустава. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 2000;(3):77-81. Yaremenko D.A., Baburkina E.P., Kishkar A.V. [Arthrodesis with consequences of complications of ankle joint injuries]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, traumatology and prosthetics]. 2000;(3):77-81. (in Russian).
9. Hintermann B., Barg A., Knupp M., Valderrabano V. Conversion of painful ankle arthrodesis to total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(4):850-858. DOI: 10.2106/JBJS.H.00229.
10. Plaass C., Knupp M., Barg A., Hintermann B. Anterior double plating for rigid fixation of isolated tibiotalar arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2009;30(7):631-639. DOI: 10.3113/FAI.2009.0631.
11. Valderrabano V., Horisberger M., Russell I., Dougall H., Hintermann B. Etiology of ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(7):1800-1806. DOI: 10.1007/s11999-008-0543-6.
12. Hendrickx R.P., Stufkens S.A., De Bruijn E.E. et al. Medium to long-term outcome of ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2011;32:940-947.
13. Onodera T., Majima T., Kasahara Y., Takahashi D., Yamazaki S., Ando R. et al. Outcome of transfibular ankle arthrodesis with Ilizarov apparatus. *Foot Ankle Int.* 2012;33:964-968.
14. Hendrickx R.P., Kerkhoffs G.M., Stufkens S.A., van Dijk C.N., Marti R.K. Ankle fusion using a 2-incision, 3-screw technique. *Oper Orthop Traumatol.* 2011;23(2):131-140. DOI: 10.1007/s00064-011-0015-0.
15. Khanfour A.A. Versatility of Ilizarov technique in difficult cases of ankle arthrodesis and review of literature. *Foot Ankle Surg.* 2013; 19(1):42-47. DOI: 10.1016/j.fas.2012.10.001.
16. 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;88(3):526-535.
17. 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. Arkhipov S.B., Lychagin A.V. [Modern aspects of the treatment of posttraumatic deforming arthrosis of the ankle joint]. C.B. Arkhipov, A.V. Lychagin. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2000;(4): 64-67. (in Russian).
18. Frey C, Halikus NM, Vu-Rose T, Ebramzadeh E. A review of ankle arthrodesis: predisposing factors to nonunion. *Foot Ankle Int.* 1994; 15:581-584.
19. Vanderwilde R., Staheli L.T., Chew D.E., Malagon V. Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(3):407-415.
20. DeHeer P.A., Catoire S.M., Taulman J., Borer B. Ankle arthrodesis: a literature review. *Clin Podiatr Med Surg.* 2012;29(4):509-527. DOI: 10.1016/j.cpm.2012.07.001.
21. Kitaoka H.B., Romness D.W. Arthrodesis for failed ankle arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1992;7(3):277-284.
22. Scheepers T., Ginai A.Z., Mulder P.G., Patka P. Radiographic evaluation of cal-caneal fractures: to measure or not to measure. *Skeletal Radiol.* 2007;36(9):847-852. DOI: 10.1007/s00256-007-0330-6.
23. Fuchs S., Sandmann C., Skwara A., Chylarecki C. Quality of life 20 years after arthrodesis of the ankle. A study of adjacent joints. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(7): 994-998.
24. Gordon D., Zicker R., Cullen N., Singh D. Open ankle arthrodeses via an anterior approach. *Foot Ankle Int.* 2013;34(3):386-391. DOI: 10.1177/1071100713477385.
25. DeOrio J.K., Farber D.C. Morbidity associated with anterior iliac crest bone grafting in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Int.* 2005;26(2):147-151. DOI: 10.1177/107110070502600206.
26. Weatherall J.M., Mroczek K., McLaurin T., Ding B., Tejwani N. Post-traumatic ankle arthritis. *Bull Hosp Jt Dis* (2013). 2013;71(1):104-112.
27. Wheeler J., Sangeorzan A., Crass S.M., Sangeorzan B.J., Benirschke S.K., Hansen S.T. Locally generated bone slurry accelerated ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2009;30(7):686-689. DOI: 10.3113/FAI.2009.0686.
28. Whitehouse M.R., Lankester M.A., Winson I.G., Hepple S. Bone graft harvest from the proximal tibia in foot and ankle arthrodesis surgery. *Foot Ankle Int.* 2006;27(11):913-916. DOI: 10.1177/107110070602701108.
29. Ahlmann E., Patzakis M., Roidis N., Shepherd L., Holtom P. Comparison of anterior and posterior iliac crest bone grafts in terms of harvest-site morbidity and functional outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(5):716-720.
30. Buck P., Morrey B.F., Chao E.Y. The optimum position of arthrodesis of the ankle. A gait study of the knee and ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(7):1052-1062.
31. Abdo R.V., Wasilewski S.A. Ankle arthrodesis: a long-term study. *Foot Ankle.* 1992;13(6):307-312.
32. 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.
33. Glazebrook M. End-stage ankle arthritis: magnitude of the problem and solutions. *Instr Course Lect.* 2010; 59:359-365.
34. Segal A.D., Shofer J., Hahn M.E., Orendurff M.S., Ledoux W.R., Sangeorzan B.J. Functional limitations associated with end-stage ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(9):777-783. DOI: 10.2106/JBJS.K.01177.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хоминец Владимир Васильевич — д-р мед. наук, профессор, начальник кафедры военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Михайлов Сергей Владимирович — канд. мед. наук, старший преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Шакун Дмитрий Анатольевич — канд. мед. наук, преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Жумагазиев Саян Елемесьевич — ординатор кафедры военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Комаров Артем Владимирович — ординатор ординатуры по специальности «травматология и ортопедия», ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Vladimir V. Khominets — Dr. Sci. (Med.), professor, head of Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Sergey V. Mikhailov — Cand. Sci. (Med.), senior lecturer of Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitry A. Shakun — Cand. Sci. (Med.), lecturer of Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Sayan E. Zhumagaziev — resident of Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Artem V. Komarov — resident of Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation