

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ АРТРОЗА ПЕРВОГО ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА

Г.А. Айрапетов, А.А. Воротников

Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Российская Федерация

Дегенеративная патология первого плюснефалангового сустава (*hallux rigidus*) встречается у 20–35% людей трудоспособного возраста, ведущих подвижный образ жизни, и проявляется симптомом комплексом, включающим боль и значительное ограничение функции всей нижней конечности. Ведущей причиной развития патологии являются дегенеративно-дистрофические изменения в суставе, приводящие к болевому симптому и ограничению движений. На сегодняшний день известно большое количество вариантов как консервативного, так и хирургического лечения артроза первого плюснефалангового сустава. Выбор конкретного оперативного вмешательства из всего разнообразия вариантов представляет собой трудную задачу, требующую учета различных клинических проявлений заболевания и ряда других индивидуальных факторов. Так, если еще несколько лет назад золотым стандартом в лечении *hallux rigidus* считался артродез, то в большинстве современных работ имеется обоснование органосохраняющего лечения, в частности укорачивающих остеотомий плюсневой кости с возможным использованием скаффолдов для регенерации суставного хряща. В статье представлен анализ результатов хирургического лечения *hallux rigidus*, отраженных в публикациях отечественных и зарубежных специалистов. В ряде случаев изложены собственные комментарии о выборе того или иного метода.

**Ключевые слова:** артроз первого плюснефалангового сустава; *hallux rigidus*; артропластика первого плюснефалангового сустава; артродез; эндопротезирование.

**Для цитирования:** Айрапетов Г.А., Воротников А.А. Современные методы лечения артроза первого плюснефалангового сустава. *Клиническая практика*. 2021;12(2):103–109. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract65062>

Поступила 12.04.2021

Принята 18.06.2021

Опубликована 30.06.2021

## MODERN APPROACHES TO THE TREATMENT OF HALLUX RIGIDUS

G.A. Airapetov, A.A. Vorotnikov

Stavropol State Medical University, Stavropol, Russian Federation

The number of patients with degenerative joint pathology is steadily increasing. Arthrosis of the 1st metatarsophalangeal joint (*hallux rigidus*) is no exception, it occurs in 20–35 % of young and working people who lead a mobile lifestyle and is manifested by a symptom complex, including pain and a significant restriction of the function of the entire lower limb. The leading cause of the pathology development is degenerative-dystrophic changes in the joint, leading to pain syndrome and restriction of movement. Today, there are a large number of treatment options, both conservative and surgical. The choice of a specific surgical intervention from the entire variety of options is a difficult task, it is strictly individual and requires consideration of various clinical manifestations of the disease and a number of other factors. So, if 10 years ago arthrodesis was considered a “gold standard” for the HR treatment, today most authors recommend organ-sparing treatment, in particular, shortening osteotomies of the metatarsal bone with a possible use of scaffolds for the regeneration of articular cartilage. The article analyzes the main results of the HR surgical treatment presented in the publications of national and foreign specialists. In some cases, our own recommendations on the choice of the method are suggested.

**Keywords:** arthrosis of the 1st metatarsophalangeal joint; *hallux rigidus*; arthroplasty of the 1st metatarsophalangeal joint; arthrodesis; arthroplasty.

**For citation:** Airapetov GA, Vorotnikov AA. Modern Approaches to the Treatment of Hallux Rigidus. *Journal of Clinical Practice*. 2021;12(2):103–109. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract65062>

Submitted 12.04.2021

Revised 18.06.2021

Published 30.06.2021

## HALLUX RIGIDUS: ДЕГЕНЕРАТИВНАЯ ПАТОЛОГИЯ ПЕРВОГО ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА

*Hallux rigidus* (ригидный, или тугоподвижный, большой палец стопы) — это заболевание, характеризующееся дегенерацией гиалинового хряща первого плюснефалангового сустава (I ПФС). Впервые об этой патологии сообщил N. Davies-Colley в 1887 г. [1], который описал сгибательное положение проксимальной фаланги первого пальца относительно головки плюсневой кости и ввел термин *hallux flexus* (флексия большого пальца). Годом позже J.M. Cotterill [2] предложил термин *hallux rigidus* с целью охарактеризовать появление боли в суставе и ограничения движений в нем. Другой термин — *hallux limitus* [3], который можно встретить в литературе, означает, как и *hallux rigidus*, схожую патологию, которая, по некоторым данным, представляет разные этапы прогрессирования в рамках одного и того же заболевания. В метаанализе статистических данных [4] сообщается, что *hallux rigidus* является наиболее распространенной патологией в области I ПФС после вальгусной деформации (*hallux valgus*).

Этиология заболевания в настоящий момент достоверно неизвестна. Наибольшее значение в развитии *hallux rigidus* отводится травмам сустава в анамнезе [5]. Нередко триггером в развитии данной патологии являются повторяющиеся микро-травмы плюснефалангового сустава, воздействие воспалительных и метаболических факторов, таких как подагра, ревматоидный артрит и серонегативная артропатия [6]. Некоторые авторы к предрасполагающим факторам относят ношение узкой обуви с острым носком, избыточные физические нагрузки стопы [7].

Рентгенологически выделяют три стадии заболевания (рис. 1).

Наиболее распространенной на сегодня является классификация M.J. Coughlin и P.S. Shurnas [8], выделяющая пять стадий патологии с учетом состояния суставной щели I ПФС, характера боли и контрактуры (табл. 1).

С.Ю. Бережной [9] предложил подразделить III стадию на три подстадии: 3А — боль в крайних позициях и контрактура от умеренной до выраженной; 3Б — болевой синдром при различных движениях в суставе; 3В — боль от сдавления обувью и выраженная контрактура. Четвертая стадия по С.Ю. Бережному — фиброзный анкилоз, т.е. полное отсутствие щели сустава, при этом движения в нем могут быть в пределах 3° [9].

Консервативная терапия при артрозе не всегда патогенетическая, и направлена в основном на снижение боли. Консервативное ведение пациентов, допустимое при 0–I стадиях патологии, включает ношение индивидуальных ортопедических изделий, поддержку свода стопы индивидуально подготовленной ортопедической обувью, а также системное и аппликационное применение нестероидных противовоспалительных средств [10].

В последнее десятилетие появилось множество новых оригинальных методов хирургического ле-



Рис. 1. Рентгенологические стадии заболевания.

Fig. 1. X-ray criteria of 3 disease stages.

Таблица 1 / Table 1

**Классификация Hallux Rigidus по Coughlin и Shurnas /  
Classification of Hallux Rigidus by Coughlin and Shurnas [8]**

Стадия	Проявление
0	Нормальная суставная щель, отсутствие болевого синдрома и контрактур
I	Незначительное сужение щели сустава, периодически возникающая боль и несущественная контрактура
II	Остеофиты в области сустава, сужение суставной щели, возрастает выраженная контрактура, более выражена боль
III	Значительное сужение щели сустава, более крупные остеофиты, постоянная боль
IV	Боль во время пассивных движений, а рентгенографически соответствует III стадии

чения артроза I ПФС. Выбор конкретного хирургического вмешательства из всего разнообразия вариантов представляет собой трудную задачу, поскольку строго индивидуален и требует учета клинических проявлений заболевания и ряда других факторов. Хирургические методы лечения можно подразделить на операции с сохранением своего сустава (хейлэктомия; укорочение первой плюсневой кости; применение скаффолдов с целью восстановления хряща) и артродезирование, резекционную артропластику или эндопротезирование [11, 12].

Хейлэктомия и остеотомия проксимальной фаланги по Мобергу [12] являются примером классических щадящих методов, которые на ранних стадиях заболевания демонстрируют хорошие результаты. Эти методики традиционно применялись у пациентов с *hallux rigidus* 2-й степени. M.E. Easley и соавт. [13] сообщали о ретроспективном обследовании 12 пациентов, которым выполнялась хейлэктомия, при этом в 3 (25%) случаях потребовалось выполнение артродеза в сроки более 7 лет после вмешательства. M.J. Coughlin и P.S. Shurnas [8] поделились схожими результатами у 9 наблюдаемых пациентов с *hallux rigidus* 3-й степени, причем в 5 (56%) случаях потребовалось выполнение артродеза I ПФС в среднем через 9,6 лет наблюдения.

В работе M. Vasso и соавт. [14] выполняли модифицированную укорачивающую остеотомию первой плюсневой кости по Остину (шеvronная остеотомия Остина; Austin/Chevron). В исследование были включены 48 пациентов с артрозом I ПФС. Авторы сообщали о хороших среднесрочных результатах: по их мнению, преимуществом метода является многоплоскостная коррекция в области плюснефалангового сустава, что позволяет изменять ее и при сопутствующем *hallux valgus* [14].

Мы солидарны со специалистами в том, что суть вмешательства состоит в укорочении первой плюсневой кости с целью увеличения внутрисуставного пространства как патогенетического фактора. Выбор варианта остеотомии может зависеть от предпочтений хирурга.

Резекционная артропластика I ПФС, или операция Келлера–Брандеса (удаление до 2/3 основной фаланги), несмотря на активное внедрение и сообщения об удовлетворительных результатах, не нашла широкого применения. По некоторым данным, в результате этой операции снижается опороспособность под головкой первой плюсневой кости и развивается подвывих первого пальца, что в конечном итоге приводит к грубым биомеханическим проблемам стопы и тугоподвижности сустава [15]. С нашей точки зрения, резекционная артропластика имеет спорную доказательную базу и должна выполняться по ограниченным показаниям. Однако в некоторых работах сообщается, что эта методика позволяет добиться хороших функциональных результатов по шкале клинической оценки заболеваний стопы и голеностопного сустава Американской ассоциации ортопедов (AOFAS: 89,7 против 65,7 балла;  $p < 0,001$ ) и снижения болевого синдрома (1,6 против 3,9 балла;  $p = 0,002$ ) по сравнению с группой больных после артродеза [16].

G.C. Berlet с соавт. [17] при терапии тяжелых деформаций и поздних стадий артроза использовали интерпозиционную артропластику с внедрением в сустав коллагеновой матрицы из аллоткани. Позднее, E.L. De La Cruz и соавт. [18] предложили аналогичную методику с использованием менискового аллотрансплантата. Несмотря на сообщения ряда авторов о хороших результатах указанных выше методов, они все еще имеют недостаточную доказательную базу эффективности, что не позволяет рекомендовать их широкое применение.

Е. Vulcano с соавт. [19] предложили метод капсульной чередующейся артропластики. С использованием визуальной аналоговой шкалы (ВАШ), индекса функции стопы (foot function index, FFI), краткой формы 12 о состоянии здоровья (SF-12) и баллов удовлетворенности были обследованы 42 пациента. Средний период наблюдения составил 11,3 года. Результаты исследования были обнадеживающими: средний балл ВАШ был снижен до 1,8 против 7,9 до операции ( $p=0,003$ ); средняя предоперационная физическая оценка SF-12 составила 64,2 против 42,0 до операции ( $p=0,02$ ); общий балл FFI значительно — до 49,6 — улучшился в сравнении с предоперационным значением 98,3 ( $p=0,001$ ); удовлетворенность пациентов составила 7,4 балла из 10. Авторы сделали вывод, что капсульная артропластика является безопасным и эффективным методом лечения. Однако метод широко не распространен из-за недостаточного количества клинических наблюдений.

Большой интерес специалистов вызывает работа коллег из Греции, которые выполняли интерпозиционную артропластику I ПФС с использованием аллогraftа широкой фасции бедра после предварительной хейлотомии у 18 пациентов. Авторы пришли к выводу, что методика позволяет добиться хороших среднесрочных результатов, особенно у пожилых пациентов. К преимуществам метода можно отнести сохранение функциональности I ПФС, простоту технического исполнения и получение пластического материала [20].

Несмотря на многообразие вариантов лечения артроза I ПФС, именно артродез многими авторами по-прежнему считается золотым стандартом. По их мнению, данная методика позволяет добиться стабилизации медиальной колонны и полноценного переноса веса тела через передний отдел стопы при ходьбе, однако I ПФС при этом лишается движений, к тому же частота послеоперационных осложнений, согласно исследованиям зарубежных авторов, достигает 1–8,9% [21]. Несмотря на хорошие результаты операции, артродез по-прежнему является предметом дискуссий, что обусловлено радикальным характером оперативного вмешательства, который заставляет многих хирургов сделать выбор в пользу органосохраняющих методик [22, 23].

Д.В. Ильченко с соавт. [24] провели в 2020 г. анализ клинических и функциональных результатов артродеза I ПФС у 19 пациентов (25 стоп), средний возраст 60 (от 35 до 86) лет, проопе-

рированных по поводу артроза III–IV стадии по классификации Coughlin и Shurnas, за период с 2010 по 2017 г. Медиана времени с момента операции до заключительного осмотра составила 5 лет. Итоговые результаты оценивались на основе субъективной удовлетворенности пациентов, данных рентгенографии, а также опросников заболевания стопы и голеностопного сустава AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) и измерения способности стопы и лодыжки FAAM (Foot and Ankle Ability Measure). Количество хороших результатов по шкале AOFAS составило 92% (23/25), удовлетворительных — 8% (2/25), отличных и неудовлетворительных результатов не получено. Болевой синдром по ВАШ уменьшился с 6 баллов до операции до 1 балла после операции, что является статистически значимым показателем ( $p < 0,05$ ) [24].

О.Д. Stone с соавт. [25] сравнили результаты обследования 63 пациентов (77 стоп), которым выполняли артродез I ПФС или эндопротезирование. Первичным критерием оценки было уменьшение боли по ВАШ через 24 мес. Первоначальное исследование показало, что полный регресс болевого синдрома после артродеза произошел через 2 года. Через 15 лет эти пациенты меньше предъявляли жалобы на боль, и качество их жизни было выше в сравнении с пациентами, которым выполняли эндопротезирование. Качественных различий между двумя группами не наблюдалось, а в группе с артропластикой наблюдалось больше ревизионных вмешательств.

Другой востребованной и современной методикой лечения *hallux rigidus* является эндопротезирование I ПФС. Операцию рекомендуют выполнять у лиц трудоспособного возраста с высокими функциональными запросами [25]. Отдаленные результаты при этом изучены недостаточно [26]. По данным некоторых авторов, удовлетворительные результаты после эндопротезирования наблюдаются у 60% больных [27].

И.А. Пахомов и соавт. [28] проанализировали отдаленные результаты лечения 28 пациентов с *hallux rigidus*, которым выполняли операцию Шедде–Брандеса и эндопротезирование I ПФС. Было установлено, что операция Шедде–Брандеса снижает болевой синдром, но не увеличивает объем движений в суставе. Результаты артропластики при этом могут быть признаны хорошими, так как отмечен значительный регресс болевого синдрома на фоне хорошего объема движений.

Г.М. Кавалерский с соавт. [29] оценили результаты эндопротезирования у 12 пациентов (средний возраст 59,5 года) с артрозом I ПФС. из них 4 — с парой трения металл-полиэтилен, 8 — с парой трения керамика-керамика. Согласно полученным данным, все пациенты отмечали незначительную боль (0–2 балла по ВАШ), улучшение объема движений и исправление деформации первого пальца. Исходя из полученных результатов, авторы сделали вывод, что эндопротезирование позволяет достоверно устранить болевой синдром и восстановить движение в полном объеме [29].

M.D. Johnson и M.E. Brage [30] оценили в 2016 г. результаты тотального эндопротезирования I ПФС путем проведения двух крупных рандомизированных исследований. Целью работы было сравнение результатов артродеза и тотального эндопротезирования I ПФС в течение 2 лет. В результате 28,2% пациентов после эндопротезирования нуждались в ревизионных вмешательствах. При сравнении гемиартопластики, тотального эндопротезирования и артродеза I ПФС результаты не имели существенной разницы, при этом артродез позволил получить наилучший отдаленный функциональный результат.

Отдельной темой можно выделить малоинвазивную чрескожную хирургию стопы. Эта технология активно внедряется в клиническую практику хирургов многих стран [31]. Использование чрескожных малоинвазивных вмешательств позволяет добиться хороших результатов лечения без расширения объемов операции на всех стадиях артроза I ПФС [32].

С.Ю. Бережной [9] с 2010 по 2016 г. выполнил чрескожные малоинвазивные хирургические вмешательства на 156 стопах (107 пациентов) по поводу различных болезненных проявлений артроза I ПФС и одновременные чрескожные операции на латеральных лучах у 35 (22,4%) пациентов [9]. Осложнений, в том числе инфекционных, автором не отмечено. Пациенты были полностью удовлетворены результатами 89 вмешательств, удовлетворены с оговорками в 57 и не удовлетворены в 4 случаях.

Лечение *hallux rigidus* у пожилых людей занимает значительное место вследствие возрастных особенностей стоп и распространенности патологии у данного контингента. А.Е. Токарев с соавт. [33] обобщили опыт хирургического лечения 70 пациентов в возрасте от 60 до 75 лет с артрозом I ПФС за период с 1997 по 2017 г. и пришли в выводу о целе-

сообразности применения комплексного способа восстановления формы и функции первого пальца стопы у лиц старшей возрастной группы. Так, при артрозе I стадии ( $n=28$ ) предлагается проведение органосохраняющих операций, таких как бурсэкзостозэктомия, точное моделирование головки плюсневой кости, хейлэктомия и туннелизация с тщательным гемостазом резецированных костных поверхностей воском [33].

При артрозе I ПФС II стадии ( $n=30$ ) хорошие результаты показывают операция Шеде–Брандеса, дополненная хейлэктомией, и микрофрактурирование дистального эпифиза плюсневой кости. Резекционную артропластику дополняют капсулопластикой, закрывая дефект основания фаланги лоскутом, предварительно полученным из капсулы.

При III стадии ( $n=12$ ) предлагается выполнять хейлэктомию и микрофрактурирование, а резецированную поверхность покрывать лоскутом из капсулы с выведением пальца в физиологическое положение.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокий уровень заболеваемости артрозом I ПФС, выраженность изменений анатомии и функции стопы, несовершенство существующих методов лечения с закономерно отсутствующим эффектом терапии являются причиной неудовлетворенности пациентов и врачей. Именно поэтому необходимо продолжить поиски оптимального метода лечения артроза I ПФС на основе тщательного анализа биомеханических характеристик в исследованиях с репрезентативными выборками. Выбор индивидуального метода в каждом конкретном случае должен осуществляться с учетом стадии патологии и вида деформации, а проведение ранней комплексной послеоперационной реабилитации позволяет получить благоприятный косметический и функциональный исход, улучшить качество жизни больных.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** The authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, draft-

ing and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

**Funding source.** The research and publication of the article were carried out at the personal expense of the author's team.

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

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Davies-Colley N. On contraction of the metatarsophalangeal joint of the great toe (hallux flexus). *Trans Clin Soc Lond*. 1887;20:165–171.
- Cotterill JM. Stiffness of the great toe in adolescents. *Br Med J*. 1887;1(1378):1158. doi: 10.1136/bmj.1.1378.1158
- Асратян Д.А., Львов С.Е., Рослова Э.П. Способ хирургического лечения деформирующего артроза I плюснефалангового сустава // *Гений ортопедии*. 2008. № 4. С. 131–134. [Asratian DA, Lvov AE, Roslova EP. A technique for surgical treatment of arthrosisdeformans of I metatarsophalangeal joint. *Genii ortopedii*. 2008;(4):131–134. (In Russ).]
- Kim PH, Chen X, Hillstrom H, et al. Moberg osteotomy shifts contact pressure plantary in the first metatarsophalangeal joint in a biomechanical model. *Foot Ankle Int*. 2016;37(1):96–101. doi: 10.1177/1071100715603513
- Massimi S, Caravelli S, Fuiano M, et al. Management of high-grade hallux rigidus, a narrative review of the literature. *Musculoskeletal Surg*. 2020;104(1):95–98. doi: 10.1007/s12306-020-00646-y
- Budiman-Mak E, Conrad KJ, Mazza J, Stuck RM. A review of the foot function index and the foot function index – revised. *J Foot Ankle Res*. 2013;16(1):5. doi: 10.1186/1757-1146-6-5
- Карданов А.А. Оперативное лечение деформаций и заболеваний костей и суставов первого луча стопы: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Москва, 2019. 28 с. [Cardanov AA. Surgical treatment of deformities and diseases of bones and joints of the first ray of the foot [dissertation abstract]. Moscow; 2019. 28 p. (In Russ).]
- Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus. Grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg*. 2003;38(4):375–380. doi: 10.1016/s1619-9987(08)60135-x
- Бережной С.Ю. Артроз первого плюснефалангового сустава: чрескожное оперативное лечение, выбор хирургической методики, клинико-рентгенологическая классификация // *Травматология и ортопедия России*. 2017. Т. 23, № 1. С. 8–22. [Berezhnoy SYu. Arthrosis of the first metatarsophalangeal joint: percutaneous surgical treatment, choice of surgical technique, clinical and radiological classification. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2017;23(1):8–22. (In Russ).] doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22
- Бобров Д.С., Слияков Л.Ю., Ченский А.Д., и др. Деформирующий остеоартроз первого плюснефалангового сустава, или ригидный 1 палец стопы: клиника, диагностика и лечение (аналитический обзор литературы) // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2014. Т. 3, № 11. С. 4–12. [Bobrov DS, Sliyakov LYu, Chensky AD, et al. Deforming osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint, or rigid 1 toe: clinic, diagnosis and treatment (analytical review of the literature). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2014;3(11):4–12. (In Russ).]
- Нурмухаметов М.Р. Принципы хирургического лечения больных с остеоартритом I плюснефалангового сустава // *Научно-практическая ревматология*. 2018. Т. 56, № 3. С. 122–125. [Nurmukhametov MR. Principles of surgical treatment of patients with osteoarthritis of the I metatarsophalangeal joint. *Scientific and Practical Rheumatology*. 2018;56(3):122–125. (In Russ).]
- Пахомов И.А., Прохоренко В.М., Садовой М.А. Хирургическое лечение Hallux rigidus // *Гений ортопедии*. 2008. № 3. С. 86–90. [Pakhomov IA, Prokhorenko VM, Sadovoy MA. Surgical treatment of Hallux rigidus. *Genii ortopedii*. 2008;(3):86–90. (In Russ).]
- Easley ME, Davis WH, Anderson RB. Intermediate to long-term follow-up of medial-approach dorsal cheilectomy for hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 1999;20(3):147–152.
- Vasso M, del Regno C, D'Amelio A, Schiavone A. A modified Austin/Chevron osteotomy for treatment of hallux valgus and hallux rigidus. *J Orthopaed Traumatol*. 2016;17:89–93. doi: 10.1007/s10195-015-0366-7
- Beertema WA. Retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic hallux rigidus. *Foot Ankle Surg*. 2006;45(3):1–10. doi: 10.1053/j.jfas.2006.04.006
- Camasta CA. Hallux limitus and hallux rigidus. Clinical examination, radiographic findings, and natural history. *Clin Podiatr Med Surg*. 1996;13(3):423–448.
- Berlet GC, Hyer CF, Lee TH, et al. Interpositional arthroplasty of the first MTP joint using a regenerative tissue matrix for the treatment of advanced hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2018;29(1):10–21. doi: 10.3113/fai.2008.0010
- De La Cruz EL, Johnson AR, Clair BL. First metatarsophalangeal joint interpositional arthroplasty using a meniscus allograft for the treatment of advanced hallux rigidus: surgical technique and short-term results. *Foot Ankle Int*. 2011;4(3):157–164. doi: 10.1177/1938640011402821
- Vulcano E, Andy L, Chang DS. Long-term follow-up of capsular interposition arthroplasty for hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2017;39(1):1–5. doi: 10.1177/1071100717732124
- Givissis PK, Symeonidis PD, Kitridis DM, et al. Minimal resection interposition arthroplasty of the first metatarsophalangeal joint. *Foot (Edinb)*. 2017;32:1–7. doi: 10.1016/j.foot.2017.03.004
- Yee G, Lau J. Current concepts review: hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2008;29(6):637–46. doi: 10.3113/fai.2008.0637
- Santos SM, Rodrigues-Pinto R, Barros LH, et al. Arthrodesis versus arthroplasty of the first metatarsophalangeal joint in the treatment of hallux rigidus: A comparative study appropriately selected patients. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2020;55(1):40–47. doi: 10.1055/s-0039-1700815
- Chraim M, Bock P, Alrabai HM, Trnka HJ. Long-term outcome of first metatarsophalangeal joint fusion in the treatment of severe hallux rigidus. *Int Orthop*. 2016;40:2401–2408. doi: 10.1007/s00264-016-3277-1
- Ильченко Д.В., Королев А.В., Карданов А.А. Отдаленные функциональные результаты после артродеза первого плюснефалангового сустава при деформирующем остеоартрозе // *Гений ортопедии*. 2020. Т. 26, № 1. С. 30–36. [Ilchenko DV, Korolev AV, Cardanov AA. Long-term functional results after arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint in deforming osteoarthritis. *Genii ortopedii*. 2020;26(1):30–36. (In Russ).]
- Stone OD, Ray R, Thomson CE. Long-term follow-up of arthrodesis vs total joint arthroplasty for hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2016;38(4):375–380. doi: 10.1177/1071100716682994
- Horisberger M, Haeni D, Henninger HB, et al. Total arthroplasty of the metatarsophalangeal joint of the hallux. *Foot Ankle Int*. 2016;37:755–765. doi: 10.1177/1071100716637901
- Мурадов М.М., Утеулиев Е.С., Мухамедкерим К.Б., и др. Пути совершенствования механизмов обеспечения медицинской помощью при эндопротезировании первого плюснефалангового сустава

нефалангового сустава // *Вестник КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова*. 2017. № 4. С. 164–166. [Muradov MM, Uteuliyev ES, Mukhamedkerim KB, et al. Ways to improve the mechanisms of providing medical care for endoprosthetics of the first metatarsophalangeal joint. *Bulletin of KazNMU named after S.D. Asfendiyarov*. 2017;(4):164–166. (In Russ).]

28. Пахомов И.А., Кузнецов В.В., Репин А.В., и др. Эндопротезирование первого плюснефалангового сустава как альтернатива артропластической резекции по Шедде-Брандесу в комплексе лечения hallux rigidus // *Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна*. 2016. № 6. С. 86–90. [Pakhomov IA, Kuznetsov VV, Repin AV, et al. Endoprosthetics of the first metatarsophalangeal joint as an alternative to Shede-Brandes arthroplastic resection in the treatment complex hallux rigidus. *Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan*. 2016;(6):86–90. (In Russ).]

29. Кавалерский Г.М., Ченский А.Д., Сорокин А.А., Прохорова М.Ю. Эндопротезирование первого плюснефалангового сустава при hallux rigidus // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2014. Т. 1, № 9. С. 7–9. [Kavalersky GM, Chensky AD, Sorokin AA, Prokhorova MYu. Endoprosthetics of the first metatarsophalangeal

joint in hallux rigidus. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2014;1(9):7–9. (In Russ).]

30. Johnson MD, Brage ME. Total toe replacement in the United States. What is known and what is on the horizon. *Foot Ankle Clin*. 2016;21(2):249–266.

31. Карданов А.А. Основы чрескожной хирургии стопы. Москва: Медпрактика-М, 2020. 112 с. [Cardanov AA. Fundamentals of percutaneous foot surgery. Moscow: Medpraktika-M; 2020. 112 p. (In Russ).]

32. Sott AH. Minimally invasive arthrodesis of 1st metatarsophalangeal joint for hallux rigidus. *Foot Ankle Clin*. 2016;21:567–576. doi: 10.1016/j.fcl.2016.04.009

33. Токарев А.Е., Козюков В.Г., Щеколова Н.Б., Ненахова Я.В. Хирургическая тактика при деформирующем артрозе первого плюснефалангового сустава стопы у лиц пожилого возраста // *Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера*. 2019;36(1):31–34. [Tokarev AE, Kozyukov VG, Shchekolova NB, Nenakhova YaV. Surgical tactics for deforming arthrosis of the first metatarsophalangeal joint of the foot in the elderly. *Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner*. 2019;36(1):31–34. (In Russ).]

## ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

**Айрапетов Георгий Александрович**, к.м.н., доцент;  
адрес: Российская Федерация, 355017, Ставрополь,  
ул. Мира, д. 310; e-mail: AirapetovGA@yandex.ru;  
eLibrary SPIN: 7333-6640;  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7507-7772>

Соавторы:

**Воротников Александр Анатольевич**, д.м.н.,  
профессор; e-mail: VorotnikovAA@mail.ru;  
eLibrary SPIN: 4291-8443

## AUTHORS INFO

The author responsible for the correspondence:

**Georgii A. Airapetov**, Cand. Sci (Med.), Associate  
Professor; address: 310, Mira street, Stavropol, 355017,  
Russia; e-mail: AirapetovGA@yandex.ru;  
eLibrary SPIN: 7333-6640,  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7507-7772>

Co-author:

**Alexander A. Vorotnikov**; Dr. Sci. (Med.), Professor;  
e-mail: VorotnikovAA@mail.ru;  
eLibrary SPIN: 4291-8443