

УДК 616.728.48-089.28

<https://doi.org/10.23888/HMJ2023113421-434>

## Эндопротезирование голеностопного сустава. Сложности, ошибки, заблуждения, историческая ретроспектива, современность и перспектива развития. Часть 1

Л. К. Скуратова<sup>1</sup> ✉, М. Д. Лучшев<sup>1</sup>, С. М. Гуди<sup>1</sup>, А. А. Столяров<sup>2</sup>, И. А. Пахомов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Я. Л. Цивьяна, Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Санаторий имени М. Ю. Лермонтова, Пятигорск, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Скуратова Лилия Константиновна, [lilipetrov@bk.ru](mailto:lilipetrov@bk.ru)

### АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Общая проблематика эндопротезирования голеностопного сустава характеризуется прежде всего, продолжающейся до наших дней приверженностью основной массы травматологов-ортопедов к операции артродеза голеностопной области как к «золотому стандарту» лечения пациентов с крузартрозом. Это объясняется хирургической традицией, недостаточной информированностью профессионального сообщества о достижениях, касающихся технических характеристик современных эндопротезов и результатов их применения. Поиск и анализ научных публикаций проводился в базах данных PubMed и eLIBRARY. Глубина поиска — 50 лет. По причине накопления и необходимости анализа значительного объема информации по теме статья разбита на 2 раздела. В 1 части обзора проведен анализ отечественных тенденций голеностопного эндопротезостроения и причин их неудач.

**Заключение.** Долгие годы в лечении поздних стадий дегенеративно-дистрофических заболеваний голеностопного сустава, а также травматических его повреждений отдавалось предпочтение артродезу. Тем не менее, данная операция не лишена недостатков и осложнений, часть которых усугубляется в последующем. Аналогично другим суставам, начался поиск технических решений по артропластике голеностопного сустава. Большинство обнаруженных описаний отечественных разработок самой различной технической сложности и подходов характеризуются отсутствием клинических данных и результатов операций. Таким образом, в статье отражены сложности перехода на органосохраняющий уровень вмешательств в отношении голеностопного сустава, а именно на замену искусственным суставом.

**Ключевые слова:** голеностопный сустав; эндопротезирование голеностопного сустава; эндопротез голеностопного сустава; тибиальный компонент; таранный компонент; таранная кость; остеоартроз

### Для цитирования:

Скуратова Л. К., Лучшев М. Д., Гуди С. М., Столяров А. А., Пахомов И. А. Эндопротезирование голеностопного сустава. Сложности, ошибки, заблуждения, историческая ретроспектива, современность и перспектива развития. Часть 1 // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2023. Т. 11, № 3. С. 421–434. <https://doi.org/10.23888/HMJ2023113421-434>.

<https://doi.org/10.23888/HMJ2023113421-434>

## Total Ankle Joint Replacement. Difficulties, Errors, Misconceptions, Historical Retrospective, Modernity and Perspective of Development. Part 1

Liliya K. Skuratova<sup>1</sup> ✉, Matvey D. Luchshev<sup>1</sup>, Sergey M. Gudi<sup>1</sup>, Aleksey A. Stolyarov<sup>2</sup>, Igor' A. Pakhomov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Sanatorium named after M. Y. Lermontov, Pyatigorsk, Russian Federation

*Corresponding author:* Liliya K. Skuratova, [lilipetrov@bk.ru](mailto:lilipetrov@bk.ru)

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The general problem of ankle joint replacement is characterized primarily by the continuing compliance of the majority of orthopedic traumatologists to the surgical treatment of the ankle area arthrodesis as the 'gold standard' for the treatment of patients with crurarthrosis. This is explained by the surgical tradition, insufficient awareness of the professional community about the achievements concerning the technical characteristics of modern endoprostheses and the results of their use. The search and analysis of scientific literary sources were carried out in the PubMed and eLibrary databases. The search depth is 50 years. Due to the accumulation and the necessity to analyze a significant amount of information on the topic, the article is divided into 2 parts. The analysis of domestic trends in ankle arthroplasty and the reasons for their failures is carried out.

**CONCLUSION:** For many years, in the treatment of late stages of degenerative and dystrophic diseases of the ankle joint, as well as traumatic injuries, preference to arthrodesis was given. However, this surgical procedure has its disadvantages and complications, some of which worsen in the future. Similar to other joints, the search for technical solutions for ankle arthroplasty began. Most of the found domestic publications on development of varying technical innovations and approaches are characterized by a lack of clinical data and results. Thus, the article reflects the difficulties of switching to organ-preserving level of interventions in regards to the ankle joint, namely, joint replacement.

**Keywords:** *ankle joint; ankle joint replacement; ankle endoprosthesis; tibial component; talar component; talar bone; osteoarthritis*

### For citation:

Skuratova L. K., Luchshev M. D., Gudi S. M., Stolyarov A. A., Pakhomov I. A. Total Ankle Joint Replacement. Difficulties, Errors, Misconceptions, Historical Retrospective, Modernity and Perspective of Development. Part 1. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2023;11(3):421–434. <https://doi.org/HMJ2023113421-434>.

### Актуальность

На сегодняшний день в среде профессионалов — ортопедов-травматологов, в том числе специализирующихся на хирургии стопы и голеностопного сустава господствует мнение, что операция артрореза голеностопного сустава высокоэффективна, при этом проста, не затрата, технически доступна большинству хирургов, и имеет практически гарантированный результат, при минимальном количестве осложнений, т. е. по существу, является «золотым стандартом» лечения крузартроза [1, 2]. В связи с этим целесообразно начать дискуссию об актуальности эндопротезирования голеностопного сустава именно с оценки роли операции артрореза в лечении патологии голеностопного сустава, как в историческом аспекте, так и в наше время. Безусловно, данная операция помогла многим тысячам пациентов, начиная с конца XIX века. Следует отметить, что основным показанием для артрореза голеностопного сустава в тот период были деформации стоп и голеностопной области в результате вялых параличей различного генеза, прежде всего, последствий полиомиелита [3]. Как ортопеды, так и пациенты сразу оценили высокую эффективность хирургического лечения по сравнению с ношением громоздких, эстетически и биомеханически несовершенных ортезов для ног, и тем более в то давнее время, когда материалы для ортезов и способы их изготовления были далеки от совершенства. В наше время изготовление ортезов стало целой индустрией. Огромный прогресс материаловедения, легкой промышленности, спортивной и медицинской биомеханики возвел ортезостроение до степени искусства. Сейчас опытным ортопеду-травматологу отлично известно, что при тяжелых деформациях наилучшие ортезы эффективны лишь как дополнительное средство на фоне хирургического лечения [4]. За последний век предложено «бесчисленное» количество методик артрореза голеностопного сустава, общими свойствами которых являются: фиксация стопы имплантатами в

заданном положении и создание оптимальных условий для сращения путем введения в зону контакта костей различных пластических материалов или даже без таковых. Так, был предложен артрорез аппаратами внешней фиксации, опубликованы множественные варианты с использованием внутренней фиксации — шурупами, пластинами, интрамедуллярными гвоздями, аутотрансплантатами и т. д. [1]. По мере прогресса открытую технику операции артрореза заменила полукрытая, а затем и артрорез под эндоскопическим контролем [5, 6].

При анализе результатов артрореза голеностопного сустава, тем не менее, выявлены определенные закономерности. С одной стороны, несомненно, тиббиоталарный артрорез — эффективное средство для быстрого снижения боли в голеностопном суставе [7, 8]. Однако, оказывается, после артрореза крузалгия склонна возвращаться через 5–8 лет (а по данным некоторых авторов и через 2–3 года) у 2/3 прооперированных пациентов [9].

В середине 80-х гг. прошлого века (а это время обоснованно повышенного внимания к результатам артрореза именно в связи с появлением операции эндопротезирования голеностопного сустава) стали появляться работы с описанием результатов лечения артрорезированием больших групп с катастрофическими отрывами в связи с высокой частотой и интенсивностью болевого синдрома, остаточными деформациями и т. д. [10, 11]. Считается доказанным фактом, что у пациентов с тиббиоталарным анкилозом имеется общий остаточный объем тыльной, и подошвенной флексии в сагитальной плоскости за счет движений в смежных суставах стопы до 35°. Это подтверждено исследованием, проведенном на трупном материале, в ходе которого показано, что скрепление между собой таранной и большеберцовой кости снижает объем тыльной флексии на 50%, а подошвенной флексии — на 70% [12]. Тем не менее, по прошествии нескольких лет после операции не только возвращается боль, но и

снижается тот объем движений, который был достигнут в результате артрореза, причем достаточно быстро — на половину за 7 лет, как тыльной флексии, так и подошвенной флексии. Доказано, что это происходит от необратимого износа смежных суставов стопы [12–15]. Есть еще один важный аспект оценки использования артрореза в лечении пациентов с крузартрозом. Так, у большинства пациентов артрорез голеностопного сустава способен снизить или полностью ликвидировать крузалгию, отчего они получают способность сносно передвигаться и обслуживать себя в быту, довольно длительный промежуток времени. Однако в литературе достаточно сообщений о том, что пациенты имеют серьезные двигательные нарушения, при подъеме и спуске по лестнице, во время ходьбы по неровной поверхности, из-за невозможности бега [16, 17]. Отрицательное влияние на результат лечения оказывают как необходимость приема анальгетиков, так и ношения обуви, не отвечающей их эстетическим запросам, в том числе ортопедической обуви, изготовленной по медицинским обоснованным лекалам.

Важным аспектом проблемы является позиционирование стопы при проведении артрореза голеностопного сустава. Традиционно принято формировать легкий эквинус стопы в объеме  $10^{\circ}$ – $15^{\circ}$ . Это, безусловно, оправданная тактика, но лишь при паралитических деформациях стопы в расчете на локинг коленных суставов, что облегчает стояние и ходьбу пациентам с паралитическими вялыми деформациями нижних конечностей. У не парализованных пациентов эквинус стопы приводит к серьезным проблемам [3].

Примечательно, что все вышеперечисленное справедливо для случаев, в которых операция и послеоперационный реабилитационный период прошли без осложнений. К сожалению, операция артрореза голеностопного сустава имеет свои типичные и достаточно распространенные осложнения, а именно: несращения (до 22%), остаточные деформации стопы (15%), нагноения (3–5%), усталостные переломы

костей голени (2–3%), дегенеративные артрозы смежных суставов (до 80%) [18, 19]. Нельзя упускать из внимания тот факт, что количество осложнений при выполнении операции на фоне даже компенсированного сахарного диабета дает до 62% осложнений, а риск операции у курящего пациента возрастает в 16 раз [20, 21]. Таким образом, вопрос об оптимальном методе лечения пациентов с крузартрозом далек от решения, а накопленные знания о результатах применения артрореза голеностопного сустава не позволяют считать эту операцию «золотым стандартом».

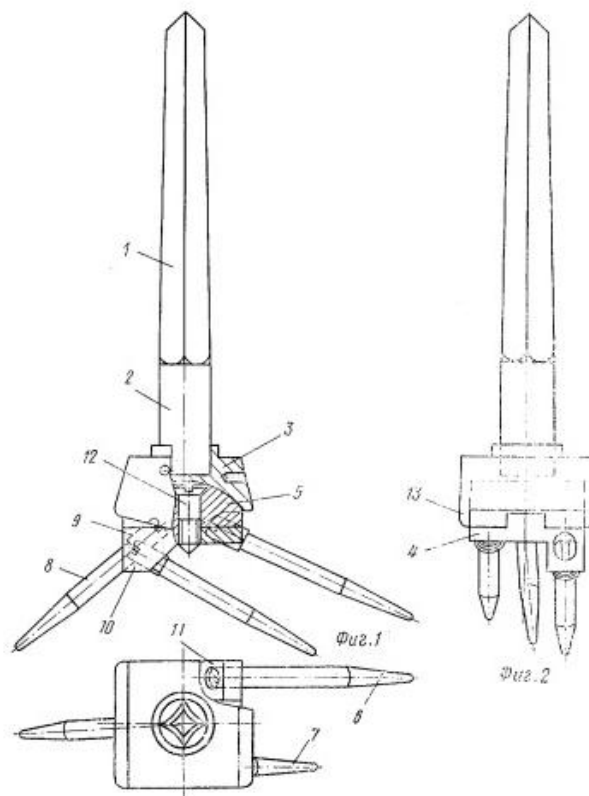
**Цель.** Определить современное состояние проблемы эндопротезирования голеностопного сустава, выявить достоинства и недостатки отечественных типов эндопротезов голеностопного сустава на основании анализа зарубежной и отечественной литературы.

Для анализа литературы по данной тематике было отобрано 40 источников, из них 25 — иностранных, 15 — отечественных (в т. ч. 5 статей и 10 патентов на изобретения), опубликованных за период с 1971 по 2021 г. Поиск публикаций осуществлялся в базах данных PubMed/MedLine и eLIBRARY.

**Истоки отечественного эндопротезостроения голеностопного сустава.** Прежде чем перейти к описанию мировых тенденций развития эндопротезирования голеностопного сустава, считаем необходимым отметить, что имеется история отечественного эндопротезостроения, весьма поучительная и самобытная, от того и более ценная. Моментом начала отечественного зарождения и развития эндопротезирования голеностопного сустава, по всей видимости, можно считать появление в 1977 г. авторского свидетельства группы авторов из ЦИТО им. Н. Н. Приорова, возглавляемой Пановой М. И., об изобретении ими эндопротеза голеностопного сустава [22]. Основным стремлением изобретателей, судя по представленному чертежу, было обеспечение стабильной фиксации эндопротеза к костям стопы. Это было реализовано в наличии массивной большеберцовой интрамедул-

лярной ножки, а также в создании трех дополнительных ножек, фиксирующих эндопротез к пяточной, таранной и ладьевидной костям. Характерно, что конструкция предлагалась металлическая, паратрения предполагалась также «металл-

металл», подвижный узел предлагали полуцилиндрическим по форме и в конструкции имелась инновационная составляющая — особое устройство, препятствующее прорастанию тканей в полость искусственного сустава (рис. 1).



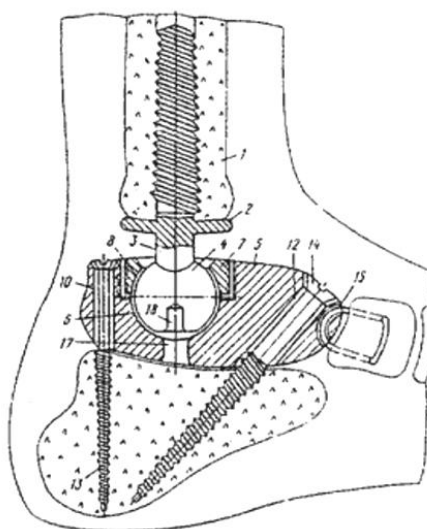
**Рис. 1.** Схема эндопротеза Пановой М. И. и др. На схеме отмечается массивность интрамедуллярной большеберцовой ножки, а также ножек для таранной, пяточной и ладьевидной костей.

Можно считать данный эндопротез первым отечественным эндопротезом голеностопного сустава, не имевшим зарубежных аналогов. В качестве прототипа его создатели избрали отечественный эндопротез лучезапястного сустава, предложенный Голяховским В. Ю. в 1972 г. [23]. К сожалению, достоверных сведений о клиническом использовании данной конструкции найти не удалось. Безусловно, эволюция создания отечественного эндопротеза голеностопного сустава свидетельствует о стремлении отечественных травматологов-ортопедов идти в ногу с прогрессом. Постоянный анализ разрабо-

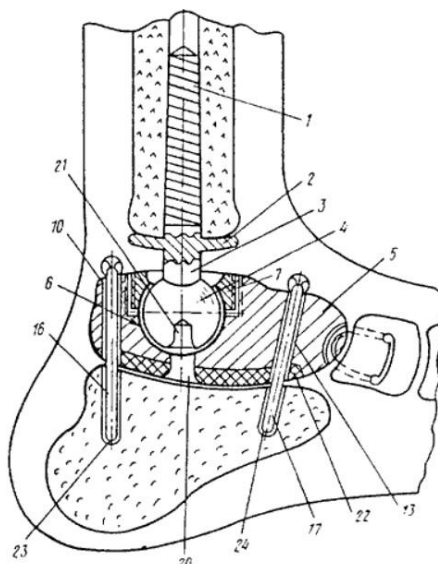
ток зарубежных коллег, следование за их достижениями и улучшение этих инноваций — стиль работы отечественных ученых в своей повседневной научно-практической деятельности. Так предложенная G. Lord и J. H. Marotte в 1970 г. идея об адаптации эндопротеза тазобедренного сустава к голеностопному суставу оказалась подхваченной сразу несколькими авторскими коллективами [24], а именно — Шадыевым Б. У. и др. в 1988 г. [25], Никогосьяном Р. В. и др. в 1989 г. [26]. При анализе устройства этих конструкций очевидно стремление авторов достигнуть надежной опоры для компонентов

эндопротеза за счет формирования пяточно-таранного костного сращения, что является свидетельством глубокого понимания авторами проблемы, особенно в те годы. Показательно, что предложенные авторами конструкции эндопротезов были рассчитаны и на клинические ситуации с

разрушением и неопорностью таранной кости, с тем однако отличием, что Никогосян Р. В. и др. предлагали создавать пяточно-таранный блок с помощью лавсановых лент, а Шадыев Б. У. и др. осуществляли этот этап операции с помощью фиксирующих винтов (рис. 2, 3).



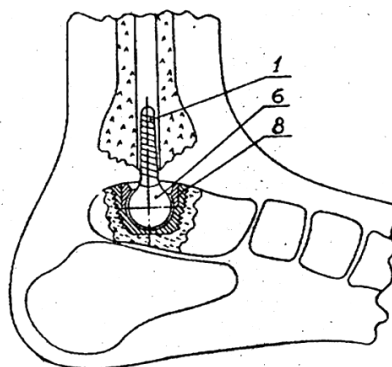
**Рис. 2.** Схема эндопротеза голеностопного сустава Шадыева Б. У. и др. (1988). Цифрами «10» и «14» обозначены фиксирующие таранную и пяточную кость винты.



**Рис. 3.** Схема эндопротеза голеностопного сустава Никогосяна Р. В. и др. (1989). Отмечается компоновка эндопротеза, как и в предыдущем случае, «перевернутый эндопротез тазобедренного сустава». Таранная и пяточная кость на схеме скреплены лавсановыми лентами, отмеченными на схеме числами «23», «24».

Примечательно, что в эндопротезе Никогосяна Р. В. используется амортизирующая резина. Продолжением заданного направления стал имплантант, предложенный авторским коллективом, возглавляемым Бердыевым Т. Б. и др. в 1992 г. [27]. Появление в этой конструкции резьбовой конусообразной ножки и чашки, установ-

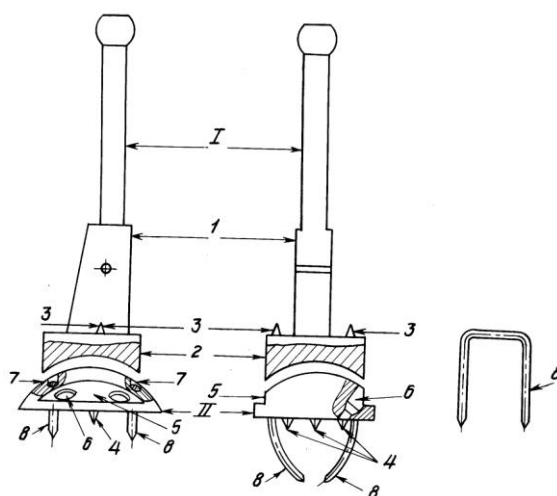
ливаемой в таранную кость для опоры шаровидной головки, иллюстрируют технологические преимущества перед эндопротезом G. Lord и J. H. Marrot (рис. 4). К сожалению, достоверных сведений о клиническом применении всех вышеприведенных конструкции также обнаружить не удалось.



**Рис. 4.** Схема эндопротеза голеностопного сустава Бердыева Т. Б. (1992). Сохраняется компоновка «перевернутый эндопротез тазобедренного сустава». Цифрой «8» обозначена резьбовая посадочная чашка для головки большеберцового компонента.

Середина 90-х гг. XX в. отечественного эндопротезостроения отмечена появлением изделия коллектива авторов Войтович А. В. и др. [28]. Конструкция в целом напоминала эндопротез Пановой М. И. (1977), прежде всего, наличием массивной интрамедуллярной ножки. Однако, появление сочленяющихся поверхностей

в виде выпуклой и вогнутой полусфер, а также использование в качестве материала для П-образных фиксаторов никелида титана с памятью формы несомненно, характеризует данную конструкцию как более прогрессивную и с определенными улучшениями (рис. 5).

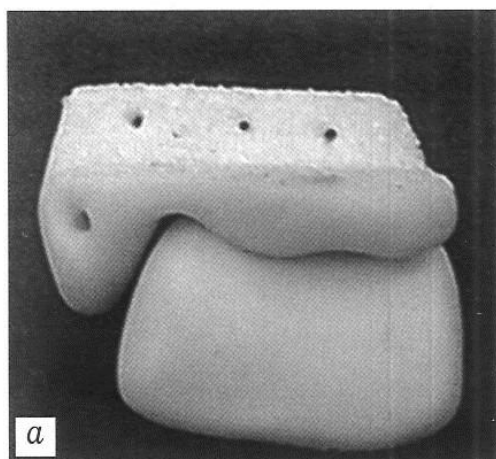


**Рис. 5.** Эндопротез голеностопного сустава Войтовича А.В. и др. Отмечается наличие в конструкции эндопротеза массивной интрамедуллярной ножки (1) и п-образных скоб для фиксации таранного компонента к блоку таранной кости (8).

К сожалению, информации о клиническом применении эндопротеза данного типа в доступной литературе обнаружить не удалось. Следует отметить, что основным материалом для всех перечисленных выше конструкций были различные металлические сплавы. В конструкции Никогосяна Р. В. появились амортизаторы из резины. К сожалению, какой предполагался тип фиксации — цементный или бесцементный — в тексте изобретений также не сообщается.

Следующей вехой в отечественном эндопротезостроении голеностопного сустава можно считать появление керамики

не только в качестве материала для эндопротеза, но и в качестве пары трения. Речь идет о глубоко аргументированном с точки зрения материаловедения и юридических аспектов использовании алюмооксидной керамики для разработанной конструкции эндопротеза голеностопного сустава коллективом авторов Кабаргина С. Л. и др. [29]. Помимо материаловедческих достижений в данном эндопротезе голеностопного сустава отразились и технологические находки — эндопротез был двухкомпонентным, имплантировался через медиальный доступ с удалением внутренней лодыжки (рис. 6).



**Рис. 6.** Фотография керамического эндопротеза голеностопного сустава Кабаргина С. Л. и др. Хорошо виден эндопротез внутренней лодыжки, соединяющийся с тибиальным компонентом.

Есть упоминания в литературе о клиническом применении данной конструкции с благоприятным исходом, хотя, необходимость удаления внутренней лодыжки по меньшей мере представляется излишним этапом операции, утяжеляющим ее последствия, а пара трения «керамика–керамика» даже с точки зрения современного опыта создания видов керамики для целей эндопротезирования имеет больше противников, чем сторонников [30].

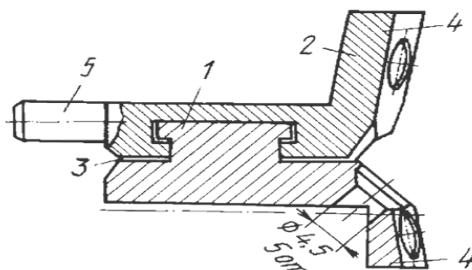
Говоря об отечественном эндопротезостроении, нельзя не упомянуть о множественных разработках в данном направлении, проведенных в РосНИИТО им. Р. Р. Вредена в конце XX – начале XXI вв., представленными конструкциями В. Г. Еме-

льянова и др. Первое предложение группа исследователей продемонстрировала в 1996 г. нетривиальным подходом к эндопротезированию голеностопного сустава — ими предложено замещение голеностопного сустава с помощью эластичного полимера, вводимого малоинвазивным доступом внутрисуставно. Безусловно, данный подход был достижением для тех лет [31]. Следующим новшеством, сделанным этой группой авторов, стал металлический эндопротез голеностопного сустава, описанный в изобретении 1997 г. [32]. Ими предложен для практического применения ряд новых инженерных принципов. А именно – имплантация эндопротеза со стороны малоберцовой кости после ее ос-



теотомии, использование кронштейна для крепления компонентов между собой, винтовое крепление компонентов эндопротеза к костям. Очевидно, что повышение проч-

ности фиксации компонентов к кости путем внедрения в практику винтовой фиксации компонентов было приоритетом действий Емельянова В. Г. и др. (рис. 7).



**Рис. 7.** Схема двухкомпонентного эндопротеза Емельянова В. Г. и др. (2000). Кронштейн для взаимного крепления компонентов (1), отверстия для винтов, вводимых в пилон большеберцовой кости (4).

Как оказалось, в последующем, авторы не пренебрегли и снижением травматичности оперативного вмешательства. Для этого ими была разработана трехкомпонентная схема устройства эндопротеза голеностопного сустава, позволяющая не пересекать латеральный капсулолигаментарный комплекс голеностопного сустава и не откидывать стопу для внедрения длинной тиббиальной ножки, в котором

пара трения выполнена как сочленяющиеся выпуклый и вогнутый полуцилиндры (рис. 8). Практически, было предложено несколько типов конструкций, наиболее прогрессивная из которых была использована в клинической практике совместно с эндопротезом Кабаргина С. Л. и др. о чем было сообщение, содержащее информацию о благоприятных результатах ее применения [33].



**Рис. 8.** Фотография трехкомпонентного эндопротеза Емельянова В. Г. и др. — на снимке визуализируется сочленяющаяся поверхность эндопротеза голеностопного сустава в форме выпуклого и вогнутого полуцилиндров.

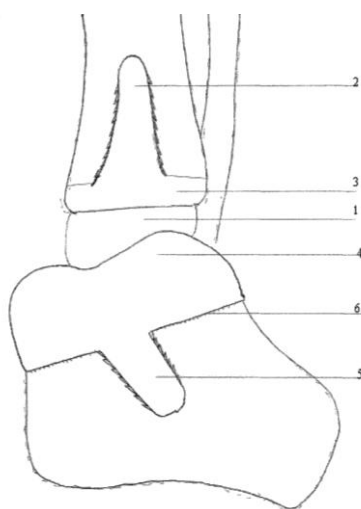
Говоря о развитии отечественного эндопротезирования голеностопного сустава, необходимо отметить эндопротезирование таранной кости. Эта тема оказалась очень актуальной в связи с ростом

травматизма, ужесточением локальных конфликтов и т. д., что привело к увеличению количества пациентов с обширными дефектами таранной кости или полным ее отсутствием в результате травмы или забо-

левания [34]. В практику отечественной травматологии и ортопедии эта технология пришла из Азиатско-Тихоокеанского региона, где она оказалась востребованной обществом в связи с особенностями традиционного быта, исключая артродезирование стопы [35].

Результаты применения этой технологии оказались настолько многообещающими, что эндопротезирование таранной кости было внедрено в практику экономически развитых стран в первом десятилетии XXI века [34, 36, 37]. По мере накопления опыта выяснилось, что примерно в половине случаев утраты та-

ранной кости одновременно необратимо утрачен и пилон большеберцовой кости, вследствие дегенеративного процесса или травмирующего воздействия. Такие масштабные разрушения голеностопной области не могут быть исправлены изолированной имплантацией протеза таранной кости. В этой клинической ситуации помимо замещения таранной кости необходимо эндопротезирование пилона большеберцовой кости, что можно сделать путем установки тибиального компонента эндопротеза голеностопного сустава (рис. 9). Эта идея нашла отражение в работах Ежова М. Ю. [38].



**Рис. 9.** Схема сочетания эндопротеза таранной кости с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава согласно изобретению Ежова М. Ю. [38].

### Заключение

Вопросы лечения поздних стадий дегенеративно-дистрофических заболеваний голеностопного сустава, а также травматических его повреждений с развитием хирургии последних полутора столетий долгое время лежали в плоскости выполнения замыкающей сустав операции – артродеза. Тем не менее, накопленный опыт разнообразных вариантов таких вмешательств выявил ряд недостатков и осложнений, часть которых усугубляется в последующем. Современные запросы общества и успех развития эндопротезирования других суставов побудил врачей и ученых начать внедрять артропластику

голеностопного сустава. В доступной литературе обнаружено описание большого числа отечественных разработок самой различной технической сложности и подходов. Существенным недостатком этих публикаций явилось отсутствие клинических данных и результатов операций. Таким образом, в ближайшем историческом аспекте просматривается сложность перехода ортопедов на органосохраняющий уровень вмешательств в отношении голеностопного сустава, что успело сформировать определенное представление об операции артродеза как «золотом стандарте» как минимум при крузартрозе и тяжелой суставной травме [39].

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Manke E., Yeo Eng Meng N., Rammelt S. Ankle Arthrodesis — a Review of Current Techniques and Results // *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* 2020. Vol. 87, No. 4. P. 225–236.
2. Onggo J.R., Nambiar M., Phan K., et al. Outcome after total ankle arthroplasty with a minimum of five years follow-up: A systematic review and meta-analysis // *Foot Ankle Surg.* 2020. Vol. 26, No. 5. P. 556–563. doi: [10.1016/j.fas.2019.07.006](https://doi.org/10.1016/j.fas.2019.07.006)
3. Mann D.C., Hsu J.D. Triple arthrodesis in the treatment of fixed cavovarus deformity in adolescent patients with Charcot-Marie-Tooth disease // *Foot Ankle.* 1992. Vol. 13, No. 1. P. 1–6. doi: [10.1177/107110079201300101](https://doi.org/10.1177/107110079201300101)
4. Nausherwan K.M., Jacobs B.C., Ashbaugh S. Considerations in footwear and orthotics // *Prim. Care.* 2013. Vol. 40, No. 4. P. 1001–1012. doi: [10.1016/j.pop.2013.08.013](https://doi.org/10.1016/j.pop.2013.08.013)
5. Duan X., He P., Fan H., et al. Application of 3D-Printed Personalized Guide in Arthroscopic Ankle Arthrodesis // *Biomed Res. Int.* 2018. Vol. 2018. P. 3531293. doi: [10.1155/2018/3531293](https://doi.org/10.1155/2018/3531293)
6. Morelli F., Princi G., Cantagalli M.R., et al. Arthroscopic vs open ankle arthrodesis: A prospective case series with seven years follow-up // *World J. Orthop.* 2021. Vol. 12, No. 12. P. 1016–1025. doi: [10.5312/wjo.v12.i12.1016](https://doi.org/10.5312/wjo.v12.i12.1016)
7. Morash J., Walton D.M., Glazebrook M. Ankle Arthrodesis Versus Total Ankle Arthroplasty // *Foot Ankle Clin.* 2017. Vol. 22, No. 2. P. 251–266. doi: [10.1016/j.fcl.2017.01.013](https://doi.org/10.1016/j.fcl.2017.01.013)
8. Stołtny T., Dugiełło B., Pasek J., et al. Tibiotalocalcaneal Arthrodesis in Osteoarthritis Deformation of Ankle and Subtalar Joint: Evaluation of Treatment Results // *J. Foot Ankle Surg.* 2022. Vol. 61, No. 1. P. 205–211. doi: [10.1053/j.jfas.2021.09.005](https://doi.org/10.1053/j.jfas.2021.09.005)
9. Михайлов К.С., Емельянов В.Г., Тихилов Р.М., и др. Обоснование выбора операций артродезирования или эндопротезирования у пациентов с артрозом голеностопного сустава // *Травматология и ортопедия России.* 2016. № 1 (79). С. 21–32.
10. Morgan C.D., Henke J.A., Bailey R.W., et al. Long-term results of tibiotalar arthrodesis // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1985. Vol. 67, No. 4. P. 546–550.
11. Levinson J., Reissig J., Schaheen E., et al. Complications and radiographic outcomes after tibiotalocalcaneal fusion with a retrograde intramedullary nail // *Foot Ankle Spec.* 2021. Vol. 14, No. 6. P. 521–527. doi: [10.1177/1938640020950153](https://doi.org/10.1177/1938640020950153)
12. Takakura Y., Tanaka Y., Sugimoto K., et al. Long-term results of arthrodesis for osteoarthritis of the ankle // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1999. No. 361. P. 178–185. doi: [10.1097/00003086-199904000-00023](https://doi.org/10.1097/00003086-199904000-00023)
13. DeHeer P.A., Catoire S.M., Taulman J., et al. Ankle arthrodesis: a literature review // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2012. Vol. 29, No. 4. P. 509–527. doi: [10.1016/j.cpm.2012.07.001](https://doi.org/10.1016/j.cpm.2012.07.001)
14. Мирошников Д.Л., Сабодашевский О.В., Афаунов А.А., и др. Эндопротезирование и артродез голеностопного сустава. Сравнение результатов лечения // *Инновационная медицина Кубани.* 2018. № 2 (10). С. 29–36.
15. Nery C., Lemos A.V.K.C., Martins C.E.C.F., et al. Brazilian Total Ankle Replacement Experience // *Orthop. Clin. North Am.* 2020. Vol. 51, No. 2. P. 293–302. doi: [10.1016/j.ocl.2019.11.013](https://doi.org/10.1016/j.ocl.2019.11.013)
16. Van den Heuvel S.B.M., Doorgakant A., Birnie M.F.N., et al. Open ankle arthrodesis: a systematic review of approaches and fixation methods // *Foot Ankle Surg.* 2021. Vol. 27, No. 3. P. 339–347. doi: [10.1016/j.fas.2020.12.011](https://doi.org/10.1016/j.fas.2020.12.011)
17. Wang Y., Wong D.W.-C., Tan Q., et al. Total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis affect the biomechanics of the inner foot differently // *Sci. Rep.* 2019. Vol. 9, No. 1. P. 13334. doi: [10.1038/s41598-019-50091-6](https://doi.org/10.1038/s41598-019-50091-6)
18. Zwipp H., Rammelt S., Endres T., et al. High union rates and function scores at midterm follow up with ankle arthrodesis using a four screw technique // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2010. Vol. 468, No. 4. P. 958–968. doi: [10.1007/s11999-009-1074-5](https://doi.org/10.1007/s11999-009-1074-5)
19. Lee J.W., Im W.-Y., Song S.Y., et al. Analysis of early failure rate and its risk factor with 2157 total ankle replacements // *Sci. Rep.* 2021. Vol. 11, No. 1. P. 1901. doi: [10.1038/s41598-021-81576-y](https://doi.org/10.1038/s41598-021-81576-y)
20. Бобров Д.С., Артёмов К.Д. Эндопротезирование голеностопного сустава: особенности и исходы вмешательства (обзор литературы) // *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2021. № 2 (44). С. 30–40. doi: [10.17238/issn2226-2016.2021.2.30-40](https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2021.2.30-40)
21. Cunningham D.J., DeOrio J.K., Nunley J.A., et al. The Effect of Patient Characteristics on 1 to 2-Year and Minimum 5-Year Outcomes after Total Ankle Arthroplasty // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2019. Vol. 101, No. 3. P. 199–208. doi: [10.2106/jbjs.18.00313](https://doi.org/10.2106/jbjs.18.00313)
22. Панова М.И., Оганесян О.В., Тощев В.Д., и др. Эндопротез сустава. Патент СССР на изобретение № 546349. 29.12.1975. Бюл. № 6. Доступно по: <https://patents.su/3-546349-ehndoprotez-sustava.html?ysclid=lbtlxag272743303324>. Ссылка активна на 26.12.2022.
23. Голяховский В.Ю. Эндопротез В.Ю. Голяховского для лучезапястного сустава. Патент СССР на изобретение № 350472. 15.11.1971. Бюл. № 27. Доступно по: <https://patents.su/1-350472-ehndoprotez-v-yu-golyakhovskogo-dlya-luchezapyastnogo-sustava-r03-ii-inail-htichl.html?ysclid=lblusa1qki728202115>. Ссылка активна на 26.12.2022.
24. Protheroe D., Mulroy M. An update on Total Ankle Replacement survivorship rates and future directions for patient selection // *Sports Orthopaedics and Traumatology.* 2020. Vol. 36, No. 1. P. 60–69. doi: [10.1016/j.orthtr.2019.12.004](https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2019.12.004)

25. Шадыев Б.У., Горбулин А.Ф., Шлычков А.П., и др. Эндопротез голеностопного сустава. Патент СССР на изобретение № 1533685. 28.01.1988. Бюл. № 1. Доступно по: <https://patents.su/3-1533685-ehndoprotez-golenostopnogo-sustava.html?ysclid=lblue6egrr657852651>. Ссылка активна на 26.12.2022.
26. Никогосян Р.В., Ходжаев Р.Р., Ананинян П.П., и др. Эндопротез голеностопного сустава. Патент СССР на изобретение № 1505537. 28.01.1988. Бюл. № 33. Доступно по: <https://patents.su/3-1505537-ehndoprotez-golenostopnogo-sustava.html?ysclid=lbluthie7h144814630>. Ссылка активна на 26.12.2022.
27. Бердыев Т.Б., Ходжаев Р.Р., Степура А.В., и др. Эндопротез голеностопного сустава. Патент СССР на изобретение № 1711868. 21.10.1987. Бюл. № 6. Доступно по: <https://patents.su/6-1711868-ehndoprotez-golenostopnogo-sustava.html?ysclid=lbluwvfpfzj257876210>. Ссылка активна на 26.12.2022.
28. Войтович А.В., Корнилов Н.В., Карпцов В.И., и др. Тотальный эндопротез голеностопного сустава. Патент РФ на изобретение № 2062072 С1. 20.06.1996. Доступно по: [https://rusneb.ru/catalog/000224\\_000128\\_0002062072\\_19960620\\_C1\\_RU/](https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002062072_19960620_C1_RU/). Ссылка активна на 26.12.2022.
29. Кабаргин С.Л., Иванова Л.П., Огородников В.Б. Керамический эндопротез голеностопного сустава. Патент РФ на изобретение № 2203636 С2. 03.07.2001. Доступно по: [https://patents.s3.yandex.net/RU2203636C2\\_20030510.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2203636C2_20030510.pdf). Ссылка активна на 26.12.2022.
30. Kosugi S., Taniguchi A., Tomiwa K., et al. TNK Ankle-the ceramic 2-component total ankle prosthesis // *Clin. Res. Foot Ankle*. 2014. Vol. 2, No. 3. P. 1000141. doi: [10.4172/2329-910x.1000141](https://doi.org/10.4172/2329-910x.1000141)
31. Емельянов В.Г., Корнилов Н.В., Карпцов В.И., и др. Способ полимерного внутриорганного эндопротезирования голеностопного сустава. Патент РФ на изобретение № 2155561 С2. 18.05.1996. Доступно по: [https://patents.s3.yandex.net/RU2155561C2\\_20000910.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2155561C2_20000910.pdf). Ссылка активна на 26.12.2022.
32. Емельянов В.Г., Вольфсон Л.М., Денисов А.Г., и др. Эндопротез голеностопного сустава. Патент РФ на изобретение № 2145822 С1. 15.10.1997. Доступно по: [https://patents.s3.yandex.net/RU2145822C1\\_20000227.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2145822C1_20000227.pdf). Ссылка активна на 26.12.2022.
33. Тихилов Р.М., Корышков Н.А., Емельянов В.Г., и др. 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. С. 56–60.
34. Кузнецов В.В., Гуди С.М., Скурагова Л.К., и др. Эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава: клинический случай // *Травматология и ортопедия России*. 2021. Т. 27, № 4. С. 111–119. doi: [10.21823/2311-2905-1638](https://doi.org/10.21823/2311-2905-1638)
35. Hamroongroj T., Vanadurongwan V. The talar body prosthesis // *J. Bone Joint Surg. Am*. 1997. Vol. 79, No. 9. P. 1313–1322. doi: [10.2106/00004623-199709000-00005](https://doi.org/10.2106/00004623-199709000-00005)
36. Kadakia R.J., Akoh C.C., Chen J., et al. 3D Printed Total Talus Replacement for Avascular Necrosis of the Talus // *Foot Ankle Int*. 2020. Vol. 41, No. 12. P. 1529–1536. doi: [10.1177/1071100720948461](https://doi.org/10.1177/1071100720948461)
37. Scott D.J., Steele J., Fletcher A., et al. Early Outcomes of 3D Printed Total Talus Arthroplasty // *Foot Ankle Spec*. 2020. Vol. 13, No. 5. P. 372–377. doi: [10.1177/1938640019873536](https://doi.org/10.1177/1938640019873536)
38. Ежов М.Ю. Индивидуальное эндопротезирование костей и суставов стопы при лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний // *Современные технологии в медицине*. 2012. № 2. С. 103–108.
39. Hintermann V. Total Ankle Arthroplasty. Historical Overview, Current Concepts, and Future Perspectives. Vienna: Springer; 2005. doi: [10.1007/b138824](https://doi.org/10.1007/b138824)

## References

1. Manke E, Yeo Eng Meng N, Rammelt S. Ankle Arthrodesis — a Review of Current Techniques and Results. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2020;87(4):225–36.
2. Onggo JR, Nambiar M, Phan K, et al. Outcome after total ankle arthroplasty with a minimum of five years follow-up: A systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Surg*. 2020;26(5):556–63. doi: [10.1016/j.fas.2019.07.006](https://doi.org/10.1016/j.fas.2019.07.006)
3. Mann DC, Hsu JD. Triple arthrodesis in the treatment of fixed cavovarus deformity in adolescent patients with Charcot-Marie-Tooth disease. *Foot Ankle*. 1992; 13(1):1–6. doi: [10.1177/107110079201300101](https://doi.org/10.1177/107110079201300101)
4. Nausherwan KM, Jacobs BC, Ashbaugh S. Considerations in footwear and orthotics. *Prim Care*. 2013; 40(4):1001–12. doi: [10.1016/j.pop.2013.08.013](https://doi.org/10.1016/j.pop.2013.08.013)
5. Duan X, He P, Fan H, et al. Application of 3D-printed personalized guide in arthroscopic ankle arthrodesis. *Biomed Res Int*. 2018;(2018):3531293. doi: [10.1155/2018/3531293](https://doi.org/10.1155/2018/3531293)
6. Morelli F, Princi G, Cantagalli MR, et al. Arthroscopic vs open ankle arthrodesis: A prospective case series with seven years follow-up. *World J Orthop*. 2021;12(12):1016–25. doi: [10.5312/wjo.v12.i12.1016](https://doi.org/10.5312/wjo.v12.i12.1016)
7. Morash J, Walton DM, Glazebrook M. Ankle arthrodesis versus total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Clin*. 2017;22(2):251–66. doi: [10.1016/j.fcl.2017.01.013](https://doi.org/10.1016/j.fcl.2017.01.013)
8. Stołtny T, Dugiełło B, Pasek J, et al. Tibiotalocalcaneal arthrodesis in osteoarthritis deformation of ankle and subtalar joint: evaluation of treatment results. *J Foot Ankle Surg*. 2022;61(1):205–11. doi: [10.1053/j.jfas.2021.09.005](https://doi.org/10.1053/j.jfas.2021.09.005)
9. Mikhaylov KS, Emelyanov VG, Tikhilov RM, et al. Substantiation of surgery method in patient with

- ankle osteoarthritis: arthrodesis or arthroplasty. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii*. 2016;22(1):21–32. (In Russ).
10. Morgan CD, Henke JA, Bailey RW, et al. Long-term results of tibiotalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67(4):546–50.
  11. Levinson J, Reissig J, Schaheen E, et al. Complications and radiographic outcomes after tibiotalocalcaneal fusion with a retrograde intramedullary nail. *Foot Ankle Spec*. 2021;14(6):521–27. doi: [10.1177/1938640020950153](https://doi.org/10.1177/1938640020950153)
  12. Takakura Y, Tanaka Y, Sugimoto K, et al. Long-term results of arthrodesis for osteoarthritis of the ankle. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;(361):178–85. doi: [10.1097/00003086-199904000-00023](https://doi.org/10.1097/00003086-199904000-00023)
  13. DeHeer PA, Catoire SM, Taulman J, et al. Ankle arthrodesis: a literature review. *Clin Podiatr Med Surg*. 2012;29(4):509–27. doi: [10.1016/j.cpm.2012.07.001](https://doi.org/10.1016/j.cpm.2012.07.001)
  14. Miroshnikov DL, Sabodashevskiy OV, Afaunov AA, et al. Endoprosthesis and arthrodesis of the ankle joint. Comparison of treatment outcomes. *Innovative Medicine of Kuban*. 2018;(2):29–36. (In Russ).
  15. Nery C, Lemos AVKC, Martins CECF, et al. Brazilian total ankle replacement experience. *Orthop Clin North Am*. 2020;51(2):293–302. doi: [10.1016/j.ocl.2019.11.013](https://doi.org/10.1016/j.ocl.2019.11.013)
  16. Van den Heuvel SBM, Doorgakant A, Birnie MFN, et al. Open ankle arthrodesis: a systematic review of approaches and fixation methods. *Foot Ankle Surg*. 2021;27(3):339–47. doi: [10.1016/j.fas.2020.12.011](https://doi.org/10.1016/j.fas.2020.12.011)
  17. Wang Y, Wong DW–C, Tan Q, et al. Total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis affect the biomechanics of the inner foot differently. *Sci Rep*. 2019;9(1):13334. doi: [10.1038/s41598-019-50091-6](https://doi.org/10.1038/s41598-019-50091-6)
  18. Zwipp H, Rammelt S, Endres T, et al. High union rates and function scores at midterm followup with ankle arthrodesis using a four screw technique. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(4):958–68. doi: [10.1007/s11999-009-1074-5](https://doi.org/10.1007/s11999-009-1074-5)
  19. Lee JW, Im W–Y, Song SY, et al. Analysis of early failure rate and its risk factor with 2157 total ankle replacements. *Sci Rep*. 2021;11(1):1901. doi: [10.1038/s41598-021-81576-y](https://doi.org/10.1038/s41598-021-81576-y)
  20. Bobrov DS, Artyomov KD. Total ankle replacement: characteristics and outcomes of the operation (literature review). *Kafedra Travmatologii i Ortopedii*. 2021;(2):30–40. (In Russ). doi: [10.17238/issn2226-2016.2021.2.30-40](https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2021.2.30-40)
  21. Cunningham DJ, DeOrio JK, Nunley JA, et al. The Effect of Patient Characteristics on 1 to 2-Year and Minimum 5-Year Outcomes after Total Ankle Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(3):199–208. doi: [10.2106/jbjs.18.00313](https://doi.org/10.2106/jbjs.18.00313)
  22. Panova MI, Oganessian OV, Toshchev VD, et al. Endoprotez sustava. Patent RUS No. 546349. 29.12.1975. Byul. No. 6. Available at: <https://patents.su/3-546349-ehndoprotez-sustava.html?ysclid=lbltxag272743303324>. Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  23. Golyahovskiy VYu. Endoprotez V.Yu. Golyahovskogo dlya luchezyapastnogo sustava. Patent RUS No. 350472. 15.11.1971. Byul. No. 27. Available at: <https://patents.su/1-350472-ehndoprotez-v-yu-golyahovskogo-dlya-luchezyapastnogo-sustava-r-03-ii-inail-htichl.html?ysclid=lblusa1qki728202115>. Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  24. Protheroe D, Mulroy M. An update on Total Ankle Replacement survivorship rates and future directions for patient selection. *Sports Orthopaedics and Traumatology*. 2020;36(1):60–9. doi: [10.1016/j.orthtr.2019.12.004](https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2019.12.004)
  25. Shadyev BU, Gorbulin AF, Shlychov AP, et al. Endoprotez golenostopnogo sustava. Patent RUS No. 1533685. 28.01.1988. Byul. No. 1. Available at: <https://patents.su/3-1533685-ehndoprotez-golenostopnogo-sustava.html?ysclid=lblue6egrr657852651>. Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  26. Nikogosyan RV, Khodzhaev RR, Ananinyan PP, et al. Endoprotez golenostopnogo sustava. Patent RUS No. 1505537. 28.01.1988. Byul. No. 33. Available at: <https://patents.su/3-1505537-ehndoprotez-golenostopnogo-sustava.html?ysclid=lbluthie7h144814630>. Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  27. Berdyev TB, Khodzhaev RR, Stepura AV, et al. Endoprotez golenostopnogo sustava. Patent RUS No. 1711868. 21.10.1987. Byul. No. 6. Available at: <https://patents.su/6-1711868-ehndoprotez-golenostopnogo-sustava.html?ysclid=lbluwfzj257876210>. Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  28. Voytovich AV, Kornilov NV, Karptsov VI, et al. Total'nyy endoprotez golenostopnogo sustava. Patent RUS No. 2062072 C1. 29.09.1993. Available at: [https://rusneb.ru/catalog/000224\\_000128\\_0002062072\\_19960620\\_C1\\_RU/](https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002062072_19960620_C1_RU/). Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  29. Kabargin SL, Ivanova LP, Ogorodnikov VB. Keramicheskii endoprotez golenostopnogo sustava. Patent RUS No. 2203636 C2. 03.07.2001. Available at: [https://patents.s3.yandex.net/RU2203636C2\\_20030510.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2203636C2_20030510.pdf). Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  30. Kosugi S, Taniguchi A, Tomiwa K, et al. TNK Ankle—the ceramic 2-component total ankle prosthesis. *Clin Res Foot Ankle*. 2014;2(3):1000141. doi: [10.4172/2329-910x.1000141](https://doi.org/10.4172/2329-910x.1000141)
  31. Emel'yanov VG, Kornilov NV, Karptsov VI, et al. Sposob polimernogo vnutriorgannogo endoprotezirovaniya golenostopnogo sustava. Patent RUS No. 2155561 C2. 18.05.1996. Available at: [https://patents.s3.yandex.net/RU2155561C2\\_20000910.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2155561C2_20000910.pdf). Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  32. Emel'yanov VG, Vol'fson LM, Denisov AG, et al. Endoprotez golenostopnogo sustava. Patent RUS No. 2145822 C1. 15.10.1997. Available at: [https://patents.s3.yandex.net/RU2145822C1\\_20000227.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2145822C1_20000227.pdf). Accessed: 2022 December 26. (In Russ).
  33. Tikhilov RM, Koryshkov NA, Yemelyanov VG, et al. Experience in total ankle replacement at Russian Scientific-Research Institute of Traumatology and Orthopaedics named after R.R. Vreden. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopaedics*. 2009;(3):56–60. (In Russ).

34. Kuznetsov VV, Gudi SM, Skuratova LK, et al. Total Talar Replacement with Ceramic Implant in Combination with Tibial Component of Ankle Endoprosthesis: A Case Report. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(4):111–9. (In Russ). doi: [10.21823/2311-2905-1638](https://doi.org/10.21823/2311-2905-1638)
35. Harnroongroj T, Vanadurongwan V. The talar body prosthesis. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(9):1313–22. doi: [10.2106/00004623-199709000-00005](https://doi.org/10.2106/00004623-199709000-00005)
36. Kadakia RJ, Akoh CC, Chen J, et al. 3D Printed Total Talus Replacement for Avascular Necrosis of the Talus. *Foot Ankle Int*. 2020;41(12):1529–36. doi: [10.1177/1071100720948461](https://doi.org/10.1177/1071100720948461)
37. Scott DJ, Steele J, Fletcher A, et al. Early Outcomes of 3D Printed Total Talus Arthroplasty. *Foot Ankle Spec*. 2020;13(5):372–7. doi: [10.1177/1938640019873536](https://doi.org/10.1177/1938640019873536)
38. Ezhov MYu. Individual replacement of bones and joints the foot in the treatment of degenerative dystrophic diseases. *Modern Technologies in Medicine*. 2012;(2):103–08. (In Russ).
39. Hintermann B. Total Ankle Arthroplasty. Historical Overview, Current Concepts, and Future Perspectives. Vienna: Springer; 2005. doi: [10.1007/b138824](https://doi.org/10.1007/b138824)

## Дополнительная информация

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

### Информация об авторах:

✉ *Скуратова Лилия Константиновна* — аспирант, врач травматолог-ортопед, SPIN: 7002-7408, <https://orcid.org/0000-0003-3736-3270>, e-mail: [lilipetrov@bk.ru](mailto:lilipetrov@bk.ru)

*Лучшев Матвей Дмитриевич* — аспирант, врач травматолог-ортопед, SPIN: 3712-4576, <https://orcid.org/0000-0002-4975-9494>, e-mail: [mat.luchshev@gmail.com](mailto:mat.luchshev@gmail.com)

*Гуди Сергей Михайлович* — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, врач травматолог-ортопед, SPIN: 4910-8654, <https://orcid.org/0000-0003-1851-5566>, e-mail: [smgudinsk@gmail.com](mailto:smgudinsk@gmail.com)

*Столяров Алексей Александрович* — директор, главный врач, SPIN: 6032-6480, e-mail: [san.lermontova@profkurort.ru](mailto:san.lermontova@profkurort.ru)

*Пахомов Игорь Анатольевич* — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, врач травматолог-ортопед, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 5, SPIN: 1913-7168, <https://orcid.org/0000-0003-1501-0677>, e-mail: [pahomovigor@inbox.ru](mailto:pahomovigor@inbox.ru)

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Funding.** The authors declare no funding for the study.

### Information about the authors:

✉ *Liliya K. Skuratova* — Graduate Student; Traumatologist–Orthopedist, SPIN: 7002-7408, <https://orcid.org/0000-0003-3736-3270>, e-mail: [lilipetrov@bk.ru](mailto:lilipetrov@bk.ru)

*Matvey D. Luchshev* — Graduate Student; Traumatologist–Orthopedist, SPIN: 3712-4576, <https://orcid.org/0000-0002-4975-9494>, e-mail: [mat.luchshev@gmail.com](mailto:mat.luchshev@gmail.com)

*Sergey M. Gudi* — MD, Cand. Sci. (Med.), Junior Researcher, Traumatologist-Orthopedist, SPIN: 4910-8654, <https://orcid.org/0000-0003-1851-5566>, e-mail: [smgudinsk@gmail.com](mailto:smgudinsk@gmail.com)

*Aleksey A. Stolyarov* — Director, Chief Physician, SPIN: 6032-6480, e-mail: [san.lermontova@profkurort.ru](mailto:san.lermontova@profkurort.ru)

*Igor' A. Pakhomov* — MD, Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher, Traumatologist-Orthopedist, Head of Traumatology and Orthopedics Department No. 5, SPIN: 1913-7168, <https://orcid.org/0000-0003-1501-0677>, e-mail: [pahomovigor@inbox.ru](mailto:pahomovigor@inbox.ru)

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.