

Обзорная статья

УДК 616.727.8/.9-004.8-089.844-74

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2025-31-1-101-109>

Восстановление функции пальцев кисти при дефектах суставов

Ю.С. Волкова✉, Л.А. Родоманова

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Юлия Станиславовна Волкова, volkoways@mail.ru

Аннотация

Введение. Замещение дефектов костной ткани на кисти остается сложной задачей, несмотря на прогрессивное развитие кистевой хирургии и непрерывное совершенствование оперативных методик. При этом основная трудность по-прежнему заключается в восстановлении функции поврежденного сегмента, когда дефект затрагивает функционально значимые суставы, какими являются проксимальный межфаланговый и пястно-фаланговые суставы пальцев кисти. Утрата нормальной подвижности в этих суставах в значительной мере снижает физические возможности пациентов и ухудшает качество их жизни. Поэтому любое реконструктивное вмешательство направлено, прежде всего, на попытку восстановления полезной амплитуды движений поврежденного пальца с минимальными рисками возникновения послеоперационных осложнений.

Цель работы — на основании анализа литературы оценить современное состояние проблемы восстановления функции и эффективность существующих методик, используемых при замещении дефектов суставов пальцев кисти.

Материалы и методы. Поиск и подбор литературы за период с 2008 по 2024 год проведен в базах данных и электронных библиотеках PubMed, Elsevier, Google Scholar, eLIBRARY по ключевым словам: дефекты суставов пальцев, костный дефект, внутрисуставные повреждения пальцев кисти, артропластика, эндопротезирование мелких суставов, реконструкция суставов пальцев кисти, восстановление суставов, пястно-фаланговый сустав, проксимальный межфаланговый сустав, костный трансплантат, пересадка сустава, joint defects, bone loss, joint injuries, joint reconstruction, metacarpophalangeal joint, proximal interphalangeal joint, bone grafting, joint transplantation, joint transfer, arthroplasty, reconstruction, microsurgery, vascular bone joint transfer. Для анализа отобрано 60 статей зарубежных авторов и 11 публикаций отечественных исследователей по исследуемой теме.

Результаты и обсуждение. При всем многообразии предложенных оперативных методик не существует универсального способа замещения дефектов суставов пальцев кисти. Наряду с высоким процентом возникающих послеоперационных осложнений, отсутствие оптимального метода требует тщательного предоперационного планирования в каждом клиническом случае. Реконструктивные вмешательства следует рассматривать в качестве метода выбора и альтернативы артродезу в большей степени у молодых, физически активных пациентов. Низкая послеоперационная амплитуда движений в восстанавливаемом суставе продолжает оставаться нерешенной проблемой лечения пациентов с данной патологией. Кроме того, определяющим фактором при выборе тактики остается комплаентность пациента сложному и длительному реабилитационному лечению, необходимому для получения функционально удовлетворяющего результата.

Заключение. Реконструктивные вмешательства для замещения костного дефекта в области сустава позволяют увеличить полезный диапазон движений поврежденного пальца и улучшить физические способности кисти. Однако большой процент возникающих послеоперационных осложнений, значительная травматизация донорских зон и неудовлетворяющая функциональная амплитуда движений в оперированном суставе являются причиной для продолжения совершенствования оперативных методик.

Ключевые слова: дефекты суставов пальцев, костный дефект, внутрисуставные повреждения пальцев кисти, артропластика, эндопротезирование мелких суставов, реконструкция суставов пальцев кисти, восстановление суставов, пястно-фаланговый сустав, проксимальный межфаланговый сустав, костный трансплантат, пересадка сустава

Для цитирования: Волкова Ю.С., Родоманова Л.А. Восстановление функции пальцев кисти при дефектах суставов. *Гений ортопедии*. 2025;31(1):101-109. doi: 10.18019/1028-4427-2025-31-1-101-109.



Reconstruction of finger function in case of joint defects

Yu.S. Volkova✉, L.A. Rodomanova

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics,
Saint-Petersburg, Russian Federation

Corresponding author: Yulia S. Volkova, volkoways@mail.ru

Abstract

Introduction Repair of bone defects in the hand is still a challenge despite advancements in hand surgery and improved surgical techniques. However, the main difficulty still lies in restoring the function of the injured segment when the defect affects functionally significant joints including the proximal interphalangeal and metacarpophalangeal joints of the fingers. Loss of mobility in the joints significantly impairs the physical capabilities of patients and the quality of life. A reconstructive intervention is primarily aimed at restoration of the useful range of motion of the involved finger with minimal risks of postoperative complications.

The **objective** was to evaluate the possibilities with finger function restoration and the effectiveness of the techniques used to repair defects in the fingers joints based on literature analysis.

Material and methods The original literature search was conducted on key resources including Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru) and the National Library of Medicine (www.pubmed.org), Elsevier, Google Scholar (2008 to 2024) and using keywords: finger joint defects, bone loss, intra-articular injuries of the fingers, arthroplasty, small joint replacement, reconstruction of finger joints, joint restoration, metacarpophalangeal joint, proximal interphalangeal joint, bone graft, joint transplantation, joint transfer, microsurgery, vascular bone joint transfer. Sixty articles by foreign authors and 11 publications of Russian researchers were selected for analysis.

Results and discussion With the variety of surgical techniques, there is no universal method for replacing defects in the finger joints. Along with the high rate of postoperative complications, the lack of an optimal method requires careful preoperative planning. Reconstructive interventions should be considered as a method of choice and an alternative to arthrodesis in young, physically active patients. Limited postoperative range of motion in the reconstructed joint is a challenge in the treatment of patients with this pathology. The choice of surgical strategy relies on the patient's compliance for a complex and lengthy rehabilitation in achievement of a functionally satisfying result.

Conclusion Reconstructive interventions for repair of a bone defect in the joint are practical for increasing the useful range of motion of the involved finger and improving the physical capabilities of the hand.

Keywords: finger joint defects, bone defect, intra-articular injuries of the fingers, arthroplasty, small joint replacement, finger joint reconstruction, joint restoration, metacarpophalangeal joint, proximal interphalangeal joint, bone graft, joint transplant

For citation: Volkova YuS, Rodomanova LA. Reconstruction of finger function in case of joint defects. *Genij Ortopedii*. 2025;31(1):101-109. doi: 10.18019/1028-4427-2025-31-1-101-109.

ВВЕДЕНИЕ

Дефекты костной ткани кисти являются распространённой проблемой, которая в значительной мере снижает функциональные возможности пациентов и ухудшает качество их жизни. Наиболее часто костные дефекты становятся следствием одной из трех основных причин: травматической, инфекционной или опухолевой [1]. Помимо причины возникновения дефекта, во многом выбор хирургической техники определяет его локализация и размер, а также наличие сопутствующих повреждений сосудисто-нервных структур, сухожилий и/или дефекта мягких тканей [1, 2].

Решающую роль в функционировании кисти играют пястно-фаланговый и проксимальный межфаланговый суставы, обеспечивая не только основной диапазон движений пальцев, но и способность к их точному позиционированию для осуществления мелкой моторики [3]. Кроме того, зачастую костные дефекты наблюдаются у молодых активных пациентов с высокими функциональными запросами. Поэтому восстановление и сохранение оптимальной амплитуды движений в этих суставах в случае их сложного повреждения является одной из целей любого реконструктивного вмешательства [4, 5]. При этом цель оперативного лечения заключается не только в анатомическом замещении дефекта, но и в увеличении функциональной амплитуды движений пальца, которая позволит пациенту использовать его в повседневной жизни [1].

Несмотря на существование различных методик замещения костных дефектов в экстренном или плановом порядке и множество вариаций их исполнения, в настоящее время все они, так или иначе, сопряжены с высоким риском развития послеоперационных осложнений и имеют ряд противопоказаний [2, 6]. Поэтому выбор способа реконструкции суставов пальцев кисти остается сложной задачей, однозначного решения которой до сих пор не найдено [3]. Отсутствие «золотого стандарта» в лечении пациентов с данной патологией, а также высокая частота ее встречаемости преимущественно у трудоспособного населения определяет значимость проблемы лечения пациентов с дефектами пястно-фаланговых и проксимальных межфаланговых суставов пальцев кисти.

Цель работы — на основании анализа литературы оценить современное состояние проблемы восстановления функции и эффективность существующих методик, используемых при замещении дефектов суставов пальцев кисти.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск и подбор литературы проведен в базах данных и электронных библиотеках PubMed, Elsevier, Google Scholar, eLIBRARY по ключевым словам и словосочетаниям: дефекты суставов пальцев, костный дефект, внутрисуставные повреждения пальцев кисти, артропластика, эндопротезирование мелких суставов, реконструкция суставов пальцев кисти, восстановление суставов, пястно-фаланговый сустав, проксимальный межфаланговый сустав, костный трансплантат, пересадка сустава, joint defects, bone loss, joint injuries, joint reconstruction, metacarpophalangeal joint, proximal interphalangeal joint, bone grafting, joint transplantation, joint transfer, arthroplasty, reconstruction, microsurgery, vascular bone joint transfer. Для анализа рассматриваемой проблемы отобрано 60 статей зарубежных и 11 публикаций отечественных авторов по исследуемой теме за период с 2008 по 2024 год.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полезная амплитуда движений пальцев кисти

Потеря нормальной подвижности в пальцах и снижение функциональных возможностей кисти могут быть крайне тягостными для пациента. По данным различных источников, активный диапазон движений (амплитуда полного сгибания) в пястно-фаланговых суставах (ПФС) составляет 0–100° (в среднем 84°), в проксимальных межфаланговых суставах (ПМФС) — 0–105° (в среднем 105°), в дистальных межфаланговых суставах (ДМФС) — 0–85° (в среднем 69°) [7, 8]. При этом для выполнения большей части повседневных физических действий полная амплитуда сгибания пальцев не требуется, так как достаточно функционального диапазона, который варьирует для ПФС в пределах 19–71° (в среднем 61°), для ПМФС — 23–87° (в среднем 60°) и ДМФС — 10–64° (в среднем 39°) [8, 9]. Поэтому оперативное лечение в различных своих вариациях в основном направлено на достижение функционального диапазона движений в поврежденном пальце, что способствует улучшению качества жизни пациента.

Виды оперативных вмешательств

Выбор хирургической тактики начинается с определения локализации и размера дефекта. По данным некоторых авторов, ключевыми факторами, влияющими на принятие решения, являются возраст пациента и уровень его повседневной активности, а также комплаентность предполагаемому плану лечения [10, 11, 12, 13].

Операция может быть направлена на устранение движений в поврежденном суставе (артродез) или восстановление его функции с помощью реконструктивного вмешательства. При невозможности выполнения реконструктивной операции или при наличии противопоказаний к ней, артрорез является методом выбора, но имеет основной недостаток — неподвижность [2, 11, 14]. Однако в условиях значительного повреждения мягких тканей (в том числе, при наличии дефекта сухожилий и нервов) укорочение и артрорез сустава в функционально выгодном положении избавляют от необходимости проведения неоднократных оперативных вмешательств, что может стать лучшим вариантом для пациента, который заинтересован в скорейшем возвращении к трудовой деятельности [15]. Как и любое хирургическое вмешательство, замыкание сустава сопряжено с рисками послеоперационных осложнений, в частности несращения (несостоятельности артрореза) в 3,9–8,6 % случаев, а также развитием перипростетической инфекции и послеоперационного болевого синдрома [16]. Несмотря на то, что в некоторых случаях конечный результат в виде безболезненной стабильности, обеспечиваемой артрорезом, может быть приемлемым для пациента, сохранение подвижности в функционально значимом суставе остается первоначальной целью оперативного лечения [13].

В различных источниках для замещения костного дефекта, реконструкции суставных поверхностей, образующих ПФС или ПМФС, и восстановления подвижности в этих суставах предложены варианты интерпозиционной артропластики [17, 18], артропластики с использованием свободного остеохондрального аутоотрансплантата [14, 19, 20, 21, 22, 23] или аллотрансплантата [2], артропластики кровоснабжаемым костным трансплантатом [12, 24]. Для реконструкции целых ПФС или ПМФС используют кровоснабжаемые или некровоснабжаемые суставы со стопы [4, 6, 10, 25, 26], утильного пальца [27] или эндопротезирование [28, 29].

Интерпозиционная артропластика, в ходе которой поврежденную часть сустава резецируют, а между суставными поверхностями помещают трансплантат, позволяет восстановить некоторую степень подвижности и относительную стабильность сустава. В качестве трансплантата может быть использована фасция, сухожилие, аллоткань или синтетический материал. При достаточной степени фиксации трансплантата может быть начата ранняя мобилизация сустава, что способствует достижению удовлетворительной амплитуды движений в нем. Однако данная методика не позволяет устранить костный дефект суставной поверхности, а выживаемость трансплантата достаточно непродолжительна. С течением времени он трансформируется в рубцовую ткань и утрачивает свои скользящие характеристики, что может приводить к развитию стойких контрактур в поврежденном суставе [17, 18, 30, 31].

Костно-хрящевые аутоотрансплантаты наиболее часто используют в качестве варианта реконструкции. При этом донорскими источниками для восстановления суставной поверхности могут служить основания пястных костей [24], дистальный отдел бедренной кости [12], проксимальный отдел большеберцовой кости [32], суставы стопы [4] или потенциально утильного пальца [27], фрагменты ребер [19, 20].

Преимуществом пластики кровоснабжаемым несвободным костно-хрящевым трансплантатом является меньший риск его резорбции и развития инфекции. Однако ограниченный размер трансплантата и длины сосудистой ножки уменьшает показания к использованию данного метода при реконструкции крупных костных дефектов [13, 24]. Артропластика по типу «hemi-hamate» позволяет заместить костные дефекты суставной поверхности основания средней фаланги при лечении перелома-вывихов в ПМФС (иногда в сочетании с пластикой ладонной пластинкой для придания большей стабильности в суставе) [33, 34]. При этом данная методика не подходит для использования в случае полного отсутствия суставной поверхности, сопряжена с риском развития вывиха в реконструируемом суставе ввиду сложности одномоментного восстановления капсульно-связочного аппарата, резорбции трансплантата и прогрессированием деформирующего артроза с частотой до 16 % [34]. Остеохондральные трансплантаты из мыщелка бедренной кости применяют в основном при посттравматических дефектах хрящевой ткани [35, 36], но встречаются примеры использования и при более крупных костных дефектах [12]. Однако данная методика имеет ограничения из-за размера трансплантата и сложности в отношении придания трансплантату формы, сопоставимой с дефектом суставной поверхности. Кроме того, развитие болевого синдрома в донорской зоне, которое требует терапии и коррекции физической активности, является одним из наиболее часто встречаемых послеоперационных осложнений [35].

К безусловным преимуществам использования трансплантата из ребра следует отнести возможности реконструкции поврежденного сустава без воздействия на другие (здоровые) суставы и придания трансплантату любой формы, сопоставимой с размером дефекта, при этом — с минимальным риском последствий для донорской зоны. Такой вариант реконструкции имеет возрастные ограничения

(не рекомендуется у пациентов старше 60 лет ввиду значительного окостенения хряща), трансплантат также подвержен риску перелома, дегенерации хряща и сужению суставной щели. Кроме того, данная методика сопряжена с необходимостью проведения дополнительных вмешательств для реконструкции капсульно-связочного аппарата, проведения тенолиза, корригирующей остеотомии в области трансплантата или удаления металлоконструкций с частотой до 40 % [19].

При необходимости восстановления целых суставов или замещения обширного внутрисуставного дефекта встает вопрос о выборе донорской зоны. В этом случае трансплантаты, взятые на кисти, наиболее технически доступны и подходят анатомически. Однако, ввиду высокой травматизации донорской зоны, такие трансплантаты для реконструкции используют только в случае, когда имеется сочетанное повреждение нескольких пальцев, один из которых не может быть восстановлен, но может быть использован в качестве донорского трансплантата [26, 27, 37, 38].

В некоторых источниках для замещения обширных дефектов пястно-фаланговых суставов встречаются варианты комбинированного применения костных трансплантатов для замещения дефекта пястной кости с восстановлением подвижности сустава с помощью силиконового эндопротеза [39, 40]. По мнению авторов, свободный кровоснабжаемый трансплантат из малоберцовой кости является идеальным вариантом для реконструкции дефектов пястных костей, при этом забор такого трансплантата технически менее сложен по сравнению с другими свободными кровоснабжаемыми трансплантатами [39].

Аллотрансплантаты обладают хорошими остеокондуктивными свойствами и могут быть применены для реконструкции в случае, когда другие методики трудновыполнимы или противопоказаны [2]. Их использование не сопряжено с травматизацией здоровых тканей, однако они менее устойчивы к инфекции, чаще подвергаются отторжению или прогрессирующей резорбции с риском развития переломов/несращения, что в дальнейшем может потребовать установки эндопротеза [41]. Кроме того, замещение дефекта с использованием аллотрансплантата требует сохранного связочного аппарата для достижения стабильности в суставе, что не всегда осуществимо в случае сложного повреждения пальца [6].

Эндопротезирование чаще является методом выбора для лечения посттравматического или любого иного видов артроза ПМФС и ПФС у пациентов старшей возрастной группы. Однако в некоторых случаях данный способ применяют при острых внутрисуставных повреждениях, когда травматический дефект фаланги или пястной кости эквивалентен резекции сустава и является показанием к установке имплантата [29, 42, 43, 44]. В статьях встречаются примеры эндопротезирования при несросшихся внутрисуставных переломах фаланг пальцев кисти [45].

При всем существующем многообразии видов эндопротезов мелких суставов ни один из них не обладает безусловным преимуществом, особенно в условиях дефицита костной ткани, при дефектах капсульно-связочного аппарата [46] или при наличии послеожоговых контрактур [47, 48]. Поэтому, несмотря на совершенствование современных протезов и хирургической техники, стабилизация компонентов может оказаться труднодостижимой. Кроме того, остается высокий риск инфицирования, значительного снижения амплитуды движений в оперированном пальце, а также развития периимплантных переломов с частотой до 22–35 %, при этом средняя длительность функционирования эндопротеза до ревизионного вмешательства составляет менее 5–7 лет [28, 49, 50, 51, 52, 53]. При этом зачастую после эндопротезирования амплитуда движений в суставе не достигает функционально необходимого значения [54], поэтому более чем в 58 % случаев для улучшения подвижности требуются повторные вмешательства в объеме тенолиза, артролиза, тенодеза, пластики капсульно-связочного аппарата, а в случаях с прогрессирующей нестабильностью — повторной установки компонентов эндопротеза [50, 55, 56, 57]. Кроме того, при выраженной деформации, дефекте костной ткани и несостоятельности связочного аппарата, которые не поддаются коррекции с помощью имплантата, в ходе ревизионных операций часто выполняют артродез сустава [55, 58, 59].

С целью прогнозирования развития рисков послеоперационных осложнений, в частности периимплантных переломов и разрушения компонентов эндопротеза, в некоторых статьях отмечена важность ограничения функциональных нагрузок и исключения крайних положений в оперированном суставе [60], однако эти данные требуют дополнительных исследований.

Пересадку кровоснабжаемого или некровоснабжаемого сустава пальца стопы выполняют в случае, когда эндопротезирование противопоказано или невозможно, а применение другой методики не удовлетворяет конечную цель оперативного вмешательства [10]. Основными показаниями, по мнению многих авторов, являются разрушения сустава у взрослых пациентов молодого возраста, предъявляющих высокие функциональные требования к движениям пальцев кисти [14, 61], у детей [62], а также наличие обширных сложных повреждений мягких тканей [63].

К преимуществам вмешательств данного вида можно отнести сопоставимость костной анатомии донорского и реципиентного суставов, хорошее кровоснабжение, что способствует лучшему сращению, возможность пересадки сустава вместе с сухожилиями, нервами и кожей, что позволяет восполнить этот дефицит в реципиентной зоне. При этом замещение донорского дефекта резецированным поврежденным суставом пальца кисти сводит к минимуму влияние оперативного вмешательства на внешний вид и функциональные возможности донорской стопы [5]. К положительным моментам использования сустава со стопы относятся длительная выживаемость трансплантата, устойчивость к резорбции и инфекции, а также стабильность благодаря переносу вместе с сохранным связочным комплексом.

Кроме возрастных ограничений (возраст пациентов в различных исследованиях варьирует в диапазоне 18–25 лет) и внушительного списка противопоказаний (заболевания периферических сосудов, предшествующая травма донорского участка, прием иммуносупрессоров, курение, аутоиммунные заболевания и др.), данная методика обладает рядом недостатков, таких как техническая сложность выполнения, травматичность для донорской зоны и трудность реабилитационного периода [6, 64].

Основным недостатком этого метода является низкий функциональный диапазон движений, ожидаемый после операции, что связано с анатомическими различиями строения разгибательного аппарата и изначально меньшей амплитудой движений в пальцах стопы. Для коррекции данных анатомических различий применяют различные способы, в том числе поворот донорского сустава во время установки или выполнение косой остеотомии головки плюсневой кости [65, 66]. Однако, несмотря на попытки совершенствования методики пересадки кровоснабжаемого сустава, основной проблемой по-прежнему остается значимый дефицит разгибания в реконструируемом суставе. Согласно данным систематического обзора 2021 г., средняя амплитуда движений в ПМФС после пересадки кровоснабжаемого сустава пальца стопы в среднем составила $(40,3 \pm 12,9)^\circ$ с дефицитом разгибания около 30° [61]. Кроме того, при сравнении функциональных результатов после пересадки кровоснабжаемого сустава стопы и эндопротезирования поврежденного сустава отмечено, что амплитуда движений при реконструкции ПМФС составила $(37 \pm 9)^\circ$ и $(44 \pm 11)^\circ$, а при восстановлении ПФС — $(34 \pm 10)^\circ$ и $(47 \pm 16)^\circ$ соответственно. Авторы отмечают, что лучшая амплитуда движений в ПФС и ПМФС получена после эндопротезирования силиконовыми имплантатами, при этом частота осложнений, требующих ревизионного вмешательства, составила всего 18 % по сравнению с 33 % ревизий после эндопротезирования пирокарбоновым имплантом и 29 % — после пересадки сустава со стопы. На основании полученных данных авторы делают вывод о необходимости дополнительных исследований для сравнения и оценки эффективности эндопротезирования силиконовыми имплантатами и пересадки сустава пальца стопы с целью определения оптимального вида вмешательства [67].

По данным различных авторов, после пересадки суставов пальцев со стопы осложнения (тромбозы анастомозов, дегенеративные изменения в суставе, несращение/сращение с деформацией, переломы, контрактуры, болевой синдром в донорской зоне), требующие повторных оперативных вмешательств, составляют от 22 до 50 % случаев [26, 61]. Наряду с высоким процентом послеоперационных осложнений, неудовлетворительные клинические результаты являются причиной продолжающегося совершенствования хирургических методик для улучшения функциональных показателей и внешнего вида восстанавливаемого пальца, а также уменьшения травматизации донорской зоны [25, 68, 69, 70, 71].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ литературы показал, что замещение внутрисуставных дефектов и восстановление функциональной амплитуды движений пальцев кисти остается нерешенной проблемой современной кистевой хирургии. Существует множество оперативных методик, направленных на восстановление подвижности в утраченном суставе, от малотравматичных (интерпозиционная артропластика) до обширных микрохирургических вмешательств (пересадка сустава со стопы). Каждое из предложенных реконструктивных вмешательств сопряжено с определенным спектром потенциальных послеоперационных осложнений и особенностями реабилитационного периода, поэтому выбор техники должен быть обдуманным и индивидуальным в каждом клиническом случае. При желании пациента восстановить подвижность в утраченном суставе реконструктивные вмешательства необходимо рассматривать в качестве альтернативы артродезу, особенно у молодых и физически активных пациентов. При этом важно учитывать наличие комплаентности пациента сложному и, порой, длительному восстановительному лечению. С целью коррекции низкой послеоперационной амплитуды движений и уменьшения травматичности воздействия на донорские участки продолжаются попытки совершенствования оперативных вмешательств. Большое количество противопоказаний к выполнению обширных реконструктивных операций ограничивает возможности их применения, а наличие дефекта капсульно-связочного аппарата и сухожильных структур пре-

пятствует выполнению эндопротезирования. Осложнения, требующие ревизионных вмешательств, ввиду значительного дефекта костной ткани и стабилизирующих структур иногда вынуждают хирургов прибегнуть к выполнению артродезирования, что может являться разочаровывающим результатом, как для пациента, так и для лечащего врача.

Конфликт интересов. Не заявлен.

Источник финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Woussen E, Aouzal Z, Pluvy I, et al. Hand and wrist osteo-articular bone defect: induced membrane technique indications. *Hand Surg Rehabil.* 2023;42(2):160-167. doi: 10.1016/j.hansur.2023.01.005.
2. Pagnotta A, Formica VM, Ascione A, et al. Massive bone allograft engineered with autologous vessels: a new perspective for the future. *Hand Surg Rehabil.* 2022;41(5):648-653. doi: 10.1016/j.hansur.2022.06.001.
3. Pappalardo M, Laurence VG, Lin YT. Chimeric Free Vascularized Metatarsophalangeal Joint With Toe Fillet Flap: A Technique for Reconstruction of the Posttraumatic Metacarpophalangeal Joint With Concomitant Soft Tissue Defect. *J Hand Surg Am.* 2018;43(2):193.e1-193.e6. doi: 10.1016/j.jhsa.2017.11.011.
4. Löw S, Spies CK, Erne HC. Long-term preservation of metacarpophalangeal joint function in traumatic defects by metatarsophalangeal osteochondral transplantation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143(2):1109-1115. doi: 10.1007/s00402-022-04492-4.
5. Pei GX, Ren GH, Ren YJ, Wei KH. Reconstruction of phalangeal articulations of the hand with vascularised phalangeal articulations of foot. *Injury.* 2008;39 Suppl 3:S109-115. doi: 10.1016/j.injury.2008.06.006.
6. Katz RD, Higgins JP. Microvascular toe joint for proximal interphalangeal joint replacement: indications, technique, and outcomes. *Hand Clin.* 2018;34(2):207-216. doi: 10.1016/j.hcl.2017.12.010.
7. Lee KS, Jung MC. Ergonomic evaluation of biomechanical hand function. *Saf Health Work.* 2015;6(1):9-17. doi: 10.1016/j.shaw.2014.09.002.
8. Hume MC, Gellman H, McKellop H, Brumfield RH Jr. Functional range of motion of the joints of the hand. *J Hand Surg Am.* 1990;15(2):240-243. doi: 10.1016/0363-5023(90)90102-w.
9. Bain GI, Polites N, Higgs BG, et al. The functional range of motion of the finger joints. *J Hand Surg Eur Vol.* 2015;40(4):406-411. doi: 10.1177/1753193414533754.
10. Dautel G. Vascularized toe joint transfers to the hand for PIP or MCP reconstruction. *Hand Surg Rehabil.* 2018;37(6):329-336. doi: 10.1016/j.hansur.2018.03.008.
11. Yamamoto M, Chung KC. Joint fusion and arthroplasty in the hand. *Clin Plast Surg.* 2019;46(3):479-488. doi: 10.1016/j.cps.2019.03.008.
12. Nakanishi A, Kawamura K, Omokawa S, et al. Reconstruction of a metacarpal head defect due to bite injury: two case reports. *Case Reports Plast Surg Hand Surg.* 2018;5(1):62-67. doi: 10.1080/23320885.2018.1509717.
13. Zhang X, Fang X, Shao X, et al. The use of a third metacarpal base osteoarticular flap for treatment of metacarpophalangeal joint traumatic defects. *J Hand Surg Am.* 2012;37(9):1791-805. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.06.004.
14. Leclère FM, Haug L, Meier R, et al. Non-vascularized partial joint transfer for finger proximal interphalangeal joint reconstruction: a series of 9 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(1):139-144. doi: 10.1007/s00402-019-03301-9.
15. Tan M, Ho SWL, Sechachalam S. Acute arthrodesis of interphalangeal joints of the hand in traumatic injuries. *J Hand Microsurg.* 2018;10(1):1-5. doi: 10.1055/s-0037-1608691.
16. Millrose M, Gesslein M, Ittermann T, et al. Arthrodesis of the proximal interphalangeal joint of the finger - a systematic review. *EFORT Open Rev.* 2022;7(1):49-58. doi: 10.1530/EOR-21-0102.
17. McCullough MC, Minasian R, Tanabe K, et al. Functional outcomes for meniscal allograft interposition arthroplasty of the hand. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2021;9(4):e3520. doi: 10.1097/GOX.0000000000003520.
18. Mesa F, López F, Mesa S. Interpositional arthroplasty using mammary capsule for finger joints: a novel technique. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2019;7(12):e2556. doi: 10.1097/GOX.0000000000002556.
19. Sato K, Iwamoto T, Matsumura N, et al. Total finger joint arthroplasty with a costal osteochondral autograft: up to 11 years of follow-up. *J Hand Surg Eur Vol.* 2019;44(2):167-174. doi: 10.1177/1753193418806195.
20. Satake Y, Nanno M, Kadera N, Takai S. Use of a costal osteochondral graft for reconstruction of a proximal phalanx head with a comminuted fracture of the proximal interphalangeal joint. *J Nippon Med Sch.* 2020;87(1):37-42. doi: 10.1272/jnms.JNMS.2020_87-107.
21. Ushijima T, Arai K. Use of a box-cut osteotomy preserving collateral ligaments in costal osteochondral graft reconstruction of proximal interphalangeal joint cartilage defects. *J Hand Surg Asian Pac Vol.* 2022;27(2):389-393. doi: 10.1142/S2424835522720158.
22. Dai J, Zheng Y, Yang C, et al. Osteochondral autograft from the hamate for treating partial defect of the proximal interphalangeal joint. *J Hand Surg Am.* 2023;48(4):404.e1-404.e10. doi: 10.1016/j.jhsa.2021.11.007.
23. Jung M, Daecke W, Bernd L, et al. Reconstruction of phalanx and metacarpal defects by autologous iliac crest transplants after tumour resection with joint involvement. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2007;39(6):381-387. (In German) doi: 10.1055/s-2007-965019.
24. Hirose H, Komura S, Hirakawa A, et al. Reverse radiodorsal artery-pedicled thumb metacarpal vascularized bone graft for osteochondral fracture of the thumb interphalangeal joint with a bone defect: A case report. *Microsurgery.* 2021;41(2):170-174. doi: 10.1002/micr.30663.
25. Ju J, Li L, Hou R. Transplantation of a free vascularized joint flap from the second toe for the acute reconstruction of defects in the thumb and other fingers. *Indian J Orthop.* 2019;53(2):357-365. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho_200_17.
26. Hierner R, Berger AK. Long-term results after vascularised joint transfer for finger joint reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008;61(11):1338-1346. doi: 10.1016/j.bjps.2007.09.035.
27. Mishra A, Whitaker IS, Josty IC. Component separation of the index finger to reconstruct the thumb: case report with review of literature. *Ann Plast Surg.* 2008;61(6):618-621. doi: 10.1097/SAP.0b013e318168d2e2.
28. Xie F, Lan X, Lin J. Arthroplasty for treating traumatic metacarpophalangeal joint defects: a retrospective study over three years. *J Pain Res.* 2021;14:1457-1464. doi: 10.2147/JPR.S299135.
29. Gorani A, Ruijs ACJ. Metacarpal joint arthroplasty in the acute setting: a case report. *J Orthop Case Rep.* 2023;13(11):147-151. doi: 10.13107/jocr.2023.v13.i11.4040.
30. Hery JC, Picart B, Malherbe M, et al. Ligamentoplasty with interposition of the proximal interphalangeal joint in the treatment of unicondylar osteochondral defects: a cadaveric feasibility study. *Arch Plast Surg.* 2021;48(6):635-640. doi: 10.5999/aps.2021.00220.
31. Ланцов Ю.А., Маланин Д.А. Восстановление функции суставов пальцев кисти: реальность и перспективы. Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН. 2007;(1):49-51.

32. Борзых А.В., Труфанов И.М., Варин В.В. и др. Комплексное лечение посттравматических дефектов и ложных суставов трубчатых костей кисти. Травма. 2014;15(2):121-124.
33. Thomas BP, Raveendran S, Pallapati SR, Anderson GA. Augmented hamate replacement arthroplasty for fracture-dislocations of the proximal interphalangeal joints in 12 patients. *J Hand Surg Eur Vol.* 2017;42(8):799-802. doi: 10.1177/1753193417707381.
34. Malhotra G, Al Bahri ZH, Elsayed AOA, et al. Hemihamate arthroplasties in pilon fractures: a modified approach and experience in 30 patients. *J Hand Surg Eur Vol.* 2021;46(9):928-935. doi: 10.1177/17531934211008056.
35. Micev AJ, Gaspar MP, Culp RW. Osteochondral autograft transfer for treatment of metacarpophalangeal and interphalangeal cartilage defects. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2016;20(3):108-112. doi: 10.1097/BTH.000000000000128.
36. Kitay A, Waters PM, Bae DS. Osteochondral autograft transplantation surgery for metacarpal head defects. *J Hand Surg Am.* 2016;41(3):457-463. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.12.021.
37. Борзых А.В., Соловьев И.А., Погорилык А.И. и др. Лечение внутрисуставных повреждений пальцев кисти. Травма. 2012;13(1):141-143.
38. Козюков В.Г., Токарев А.Е., Ненахова Я.В. Использование поврежденных сегментов при восстановлении функции увечной кисти. *Пермский медицинский журнал.* 2014;31(6):25-30. doi: 10.17816/pmj31625-30.
39. Jones NF, Dickinson BP, Hansen SL. Reconstruction of an entire metacarpal and metacarpophalangeal joint using a fibular osteocutaneous free flap and silicone arthroplasty. *J Hand Surg Am.* 2012;37(2):310-315. doi: 10.1016/j.jhsa.2011.10.031.
40. Hills AJ, Tay S, Gateley D. Chondrosarcoma of the head of the fifth metacarpal treated with an iliac crest bone graft and concurrent Swanson's arthroplasty. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2014;67(3):e84-e87. doi: 10.1016/j.bjps.2013.10.023.
41. Lewallen LW, Wagner ER, Moran SL. Giant cell tumor of the metacarpal: case report. *Hand (N Y).* 2017;12(5):NP113-NP117. doi: 10.1177/1558944717697431.
42. Xie F, Lan X, Lin J. Arthroplasty for treating traumatic metacarpophalangeal joint defects: a retrospective study over three years. *J Pain Res.* 2021;14:1457-1464. doi: 10.2147/JPR.S299135.
43. Pomares G, Jager T. Emergency metacarpophalangeal arthroplasty with bone grafting for traumatic joint destruction: a report on two cases. *Hand Surg Rehabil.* 2021;40(1):104-108. doi: 10.1016/j.hansur.2020.07.008.
44. Pomares G, Calafat V, Montoya-Faivre D, et al. Emergency metacarpophalangeal arthroplasty with bone grafting for traumatic joint destruction. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(7):1105-1108. doi: 10.1016/j.otsr.2017.07.007.
45. Горякин М.В., Ульянов В.Ю. Опыт тотального эндопротезирования при внутрисуставном оскольчатом переломе пястно-фалангового сустава (клинический случай). *Саратовский научно-медицинский журнал.* 2020;16(2):485-487.
46. Drake ML, Segalman KA. Complications of small joint arthroplasty. *Hand Clin.* 2010;26(2):205-212. doi: 10.1016/j.hcl.2010.01.003.
47. Яковлев С.В. Эндопротезирование суставов кисти при послеожоговой деформации и нарушении функции. *Acta Biomedica Scientifica.* 2011;4(4):217-221.
48. Сарыгин П.В., Мороз В.Ю., Ваганова Н.А. и др. Хирургическое лечение послеожоговых дефектов кисти. *Анналы хирургии.* 2015;3(3):37-42.
49. Neral MK, Pittner DE, Spiess AM, Imbriglia JE. Silicone arthroplasty for nonrheumatic metacarpophalangeal joint arthritis. *J Hand Surg Am.* 2013;38(12):2412-2418. doi: 10.1016/j.jhsa.2013.09.016.
50. Billig JJ, Nasser JS, Chung KC. National prevalence of complications and cost of small joint arthroplasty for hand osteoarthritis and post-traumatic arthritis. *J Hand Surg Am.* 2020;45(6):553.e1-553.e12. doi: 10.1016/j.jhsa.2019.11.002.
51. Wagner ER, Weston JT, Houdek MT, et al. Medium-term outcomes with pyrocarbon proximal interphalangeal arthroplasty: a study of 170 consecutive arthroplasties. *J Hand Surg Am.* 2018;43(9):797-805. doi: 10.1016/j.jhsa.2018.06.020.
52. Wagner ER, Houdek MT, Packard B, et al. Revision metacarpophalangeal arthroplasty: a longitudinal study of 128 cases. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(6):211-218. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00042.
53. Котельников Г.П., Николаенко А.Н., Иванов В.В. и др. Эндопротезирование пястно-фалангового сустава (обзор литературы). *Гений ортопедии.* 2022;28(4):599-607. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-4-599-607.
54. Федотов П.В., Ковалев Д.В., Рыбаков С.Н. Оценка отдаленных результатов эндопротезирования проксимального межфалангового сустава кисти. *Гений ортопедии.* 2024;30(2):191-199. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-2-191-199.
55. Luther C, Germann G, Sauerbier M. Proximal interphalangeal joint replacement with surface replacement arthroplasty (sr-pip): functional results and complications. *Hand (N Y).* 2010;5(3):233-240. doi: 10.1007/s11552-009-9246-z.
56. Wanderman N, Wagner E, Moran S, Rizzo M. Outcomes following acute metacarpophalangeal joint arthroplasty dislocation: an analysis of 37 cases. *J Hand Surg Am.* 2018;43(3):289.e1-289.e6. doi: 10.1016/j.jhsa.2017.10.001.
57. Claxton MR, Rode MM, Wagner ER, et al. Metacarpophalangeal joint pyrocarbon arthroplasty for osteoarthritis: an analysis of 44 arthroplasties. *J Hand Surg Am.* 2024;49(5):450-458. doi: 10.1016/j.jhsa.2022.08.013.
58. Aversano FJ, Calfee RP. Salvaging a failed proximal interphalangeal joint implant. *Hand Clin.* 2018;34(2):217-227. doi: 10.1016/j.hcl.2017.12.011.
59. Jones DB Jr, Ackerman DB, Sammer DM, Rizzo M. Arthrodesis as a salvage for failed proximal interphalangeal joint arthroplasty. *J Hand Surg Am.* 2011;36(2):259-264. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.10.030.
60. Николаенко А.Н., Иванов В.В., Дороганов С.О. и др. Цифровое моделирование критических состояний эндопротезирования пястно-фалангового сустава. *Гений ортопедии.* 2023;29(2):148-154. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-2-148-154.
61. Zhou KJ, Graham DJ, Lawton RD, Sivakumar BS. Toe-to-finger vascularized joint transfers for proximal interphalangeal joint reconstruction: a systematic review. *Hand (N Y).* 2022;17(6):1031-1038. doi: 10.1177/1558944720988081.
62. Balan JR. Free vascularized joint transfer from toes for finger reconstruction in a 2-year-old child with good functional recovery. *J Hand Microsurg.* 2021;15(2):152-155. doi: 10.1055/s-0041-1732807.
63. Bachleitner K, Blank B, Klein S, et al. Vascularized transfer of two coherent toe joints in simultaneously reconstructing MCP and PIP of a mutilated finger. *Clin Hemorheol Microcirc.* 2016;64(3):333-344. doi: 10.3233/CH-168100.
64. Родоманова Л.А. Кожно-костная реконструкция первого пальца кисти с использованием лучевого кожно-костного комплекса тканей. *Травматология и ортопедия России.* 2024;30(1):89-98. doi: 10.17816/2311-2905-17485.
65. Lin YT, Chen SH, Loh CY, et al. Rationalizing the vascular anatomy for oblique osteotomy of the metatarsal head during toe/joint transfers of the metatarsophalangeal joint. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2018;6(10):e1805. doi: 10.1097/GOX.0000000000001805.
66. Kanaya K, Wada T, Kitajima K, Yamashita T. Vascularized metatarsophalangeal joint transfer for giant cell tumor of the proximal phalanx of the hand. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121(1):354-355. doi: 10.1097/01.prs.0000300298.56732.ce.
67. Squitieri L, Chung KC. A systematic review of outcomes and complications of vascularized toe joint transfer, silicone arthroplasty, and PyroCarbon arthroplasty for posttraumatic joint reconstruction of the finger. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121(5):1697-1707. doi: 10.1097/PRS.0b013e31816aa0b3.
68. Chen HY, Lin YT, Lo S, et al. Vascularised toe proximal interphalangeal joint transfer in posttraumatic finger joint reconstruction: the effect of skin paddle design on extensor lag. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2014;67(1):56-62. doi: 10.1016/j.bjps.2013.09.010.
69. Zhao J, Tien HY, Abdullah S, Zhang Z. Aesthetic refinements in second toe-to-thumb transfer surgery. *Plast Reconstr Surg.* 2010;126(6):2052-2059. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181f44994.

70. Yin Y, Tao X, Li Y, et al. Cosmetic and functional results of a newly reconstructed thumb by combining the phalanx of second toe and the great toenail flap transplantation. *J Orthop Surg Res.* 2020;15(1):458. doi: 10.1186/s13018-020-01986-y.
71. Roger de Oña I, Garcia Villanueva A, Studer de Oya A. An alternative thumb reconstruction by double microsurgical transfer from the great and second toe for a carpometacarpal amputation. *J Hand Surg Am.* 2018;43(10):955.e1-955.e9. doi: 10.1016/j.jhsa.2018.03.022.

Статья поступила 10.10.2024; одобрена после рецензирования 16.10.2024; принята к публикации 10.12.2024.

The article was submitted 10.10.2024; approved after reviewing 16.10.2024; accepted for publication 10.12.2024.

Информация об авторах:

Юлия Станиславовна Волкова — врач — травматолог-ортопед, volkoways@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5449-0477>;

Любовь Анатольевна Родоманова — доктор медицинских наук, профессор, врач — травматолог-ортопед, rodomanovaliubov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>.

Information about the authors:

Yulia S. Volkova — orthopaedic surgeon, volkoways@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5449-0477>;

Liubov A. Rodomanova — Doctor of Medical Sciences, Professor, orthopaedic surgeon, rodomanovaliubov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>.