

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

Двухэтапная пластика сухожилий сгибателей пальцев кисти при застарелых повреждениях: история уникального метода лечения

А.С. Золотов, Ю.А. Дьячкова, И.С. Сидоренко, Д.А. Мбеки

Медицинский центр ДВФУ, Владивосток, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

В 1965 году американский хирург J.M. Hunter опубликовал пионерскую работу о новом способе лечения (в 2 этапа) сложных повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти с использованием на 1-м этапе особого искусственного сухожильного имплантата для подготовки фиброзно-синовиального канала. После замены протеза на сухожильный графт стенки нового футляра обеспечивали питание и скользящую поверхность для сухожильного трансплантата. Метод двухэтапной сухожильной пластики получил широкое распространение во всём мире. Последователи метода J.M. Hunter постоянно вносят изменения (не существенные) в оригинальную методику и продолжают дискуссии по поводу этого метода лечения. Однако основные принципы двухэтапной тендопластики, сформулированные американским хирургом, остаются актуальными и по сей день. Авторами проанализированы изменения в тактике лечения и технике выполнения двухэтапной тендопластики, произошедшие за последние десятилетия. J.M. Hunter вооружил кистевых хирургов уникальным методом лечения, благодаря которому появилась возможность помочь самым сложным пациентам, ранее считавшимся неизлечимыми.

Ключевые слова: сгибатели пальцев кисти; застарелые повреждения; двухэтапная тендопластика.

Как цитировать:

Золотов А.С., Дьячкова Ю.А., Сидоренко И.С., Мбеки Д.А. Двухэтапная пластика сухожилий сгибателей пальцев кисти при застарелых повреждениях: история уникального метода лечения // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. XXX-XXX. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

Two-stage flexor tendon reconstruction of the fingers in chronic injuries: the history of this a unique method of treatment

Alexandr S. Zolotov, Julia A. Dyachkova, Ilya S. Sidorenko, Joshua A. Mbeki

FEFU Medical Center, Vladivostok, Russia

ABSTRACT

In 1965, the American surgeon J.M. Hunter has published a pioneering paper on a new two-stage treatment for complex finger flexor tendon injuries using a specific artificial tendon implant in the first stage to prepare the fibro-synovial canal. After replacing the prosthesis with a tendon graft, the walls of the new canal provided nutrition and a sliding surface for the tendon graft. The 2-stage tendon plasty method is widely used all over the world. Followers of the J.M. Hunter constantly make changes to the original method and continue discussions about this method of treatment. The authors analyzed the changes in the tactics of treatment and the technique of performing two-stage tendoplasty that have occurred over the past decades. Followers of J.M. Hunter make important, but not fundamental changes to the author's method. The basic principles of two-stage tendoplasty, formulated by an American surgeon, remain relevant. J.M. Hunter has equipped hand surgeons with a unique treatment method that makes it possible to help the most difficult patients, previously considered incurable.

Keywords: finger flexor tendon; chronic injuries; two-stage tendoplasty.

To cite this article:

Zolotov AS, Dyachkova JA, Sidorenko IS, Mbeki JA. Two-stage flexor tendon reconstruction of the fingers in chronic injuries: the history of this a unique method of treatment. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2022;29(4):XXX-XXX. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto112048>

Received: 27.10.2022

Accepted: 10.01.2023

Published: 03.03.2023

АКТУАЛЬНОСТЬ И ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Частота травматических повреждений сухожилий кисти составляет 33,2 случая на 100 тыс. населения в год. Примерно 1/2 из этих случаев приходится на ранения сухожилий сгибателей пальцев кисти [1]. Среди детей аналогичные повреждения встречаются реже: 3,6 случая на 100 тыс. населения в год [2].

Первичный шов сухожилий сгибателей стал исключительно популярной операцией в XXI в. [3]. Во многих случаях хирурги получают положительные результаты благодаря деликатной хирургической технике, использованию качественного шовного материала, применению современных методов реабилитации. К сожалению, сухожильный шов невыполним в случае дефекта сухожилия или значительного укорочения мышцы при позднем обращении пациента, что фактически тоже является дефектом, связанным с сокращением мышцы. В таких случаях показана сухожильная пластика (одно- или двухэтапная).

Условиями для одномоментной тендопластики являются наличие минимальных рубцов, мобильные суставы, отсутствие повреждения нервов, малые (6–8 нед) сроки после травмы [4]. При неблагоприятных условиях и при давности травмы >2–3 мес показана двухэтапная пластика сухожилия [5]. Появление этого метода лечения и его популярность во многом связаны с именем американского хирурга J.M. Hunter. В 1965 году он опубликовал пионерскую работу о новом способе лечения (в 2 этапа) сложных повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти с использованием на 1-м этапе особого искусственного сухожильного имплантата для подготовки фиброзно-синовиального канала [6]. Спустя 6 лет J.M. Hunter в соавторстве со своим учеником R.E. Salisbury представил подробный анализ лечения >150 пациентов с использованием нового метода тендопластики [7].

Автор метода J.M. Hunter был незаурядным человеком, искусным хирургом и талантливым учёным. В 1942 году в возрасте 19 лет J.M. Hunter вместе со своими 9 друзьями по колледжу и футбольной команде был призван в армию и участвовал во Второй мировой войне. Только 5 молодых людей из 10 вернулись домой. В течение некоторого времени J.M. Hunter служил медбратом в военном госпитале и решил, что обязательно станет хирургом. После окончания войны J.M. Hunter получил медицинское образование, прошел резидентуру по ортопедии и увлёкся хирургией верхней конечности [8].

Хирурга-новатора особенно заинтересовали использование в медицине материала силикон и исследовательские работы инженера гидротехника J. Holter. Сын инженера страдал гидроцефалией. С помощью нейрохирургов F. Nulsen и E. Spitz инженеру удалось изготовить силиконовый шунт для успешного лечения этого тяжёлого недуга [9]. J.M. Hunter адаптировал силикон для использования в качестве поверхности искусственного сухожилия

с целью решения проблемы плохих результатов сухожильной пластики на уровне пальцев кисти. Сердцевина искусственного сухожилия была изготовлена из полиэстера со спиральным переплетением, а оболочка — из силикона. Результаты этой работы были опубликованы только после 10-летнего клинического использования и экспериментов на животных в авторитетных журналах «The American Journal of Surgery» и «The Journal of Bone and Joint Surgery». В своих публикациях авторы указывали, что предложенный метод лечения родился «не на пустом месте», и ссылались на наиболее важные работы предыдущих исследователей. С начала XX в. многие учёные пытались решить проблему образования рубцов вокруг повреждённых сухожилий. Рубцовый блок нарушал скольжение сухожилий, от чего в значительной степени страдала функция пальцев. Эксперименты проводили в 3 направлениях:

- создание блокирующих мембран, чтобы отгородить рубцовую ткань от сухожилия;
- создание искусственного сухожилия;
- создание нового сухожильного канала, образованного из так называемых псевдооболочек.

Последнее, 3-е, направление оказалось наиболее перспективным. Biesalski (1910), Mayer и Randschoff (1936), Milgram (1945) предложили концепцию образования псевдооболочек сухожильного канала вокруг имплантов, изготовленных из целлоидина и нержавеющей стали. К сожалению, ригидные импланты не позволяли выполнять движения в суставах пальцев кисти в течение всего периода имплантации. Разумной альтернативой ригидным имплантам стали эластичные стержни из силиконовой резины, предложенные Carroll и Bassett (1963).

Эти работы стимулировали J.M. Hunter к выполнению детальных исследований по изучению процесса формирования псевдооболочек сухожильного канала как ответной реакции на контакт с силиконом в лабораторных условиях. В проводившихся экспериментах клетки мезотелия были обнаружены на поверхности имплантата уже через 5 дней, а к 3-й нед обнаруживалась хорошо развитая и сформированная бурса. В исследованиях на собаках силиконовые сухожильные протезы, армированные дакроном, продемонстрировали высокую эффективность: при скольжении формировалась оболочка сухожильного канала и даже образовывалась жидкость, напоминающая синовиальную, которая смазывала поверхность протеза. После замены протеза на сухожильный графт стенки нового футляра обеспечивали питание и скользящую поверхность для сухожильного трансплантата. Во всех случаях сухожилия оставались жизнеспособными, что было подтверждено гистологически. Полученные данные помогли авторам обосновать двухэтапный метод лечения, при котором 1-й этап являлся важным дополнительным шагом для спасения пальцев после тяжёлых травм сухожилий.

В своих публикациях авторы очень подробно описали свой метод, он стал доступным, воспроизводимым

Сухожильный протез использовали как проводник для установки сухожильного графта в новом канале. Дистальный конец сухожильного ауто трансплантата фиксировали к дистальной фаланге с помощью удаляемого шва Bunnell. Проксимальное соединение графта выполняли в 2 вариантах. Традиционный шов Pulvertaft использовали при восстановлении сухожилий на указательном пальце. На уровне нижней трети предплечья сухожилия глубоких сгибателей 3-го, 4-го, 5-го пальцев часто выглядят как общее сухожильное растяжение. Именно поэтому в этом месте авторы использовали «переплетённый» шов, проведённый через несколько косых насечек в общем сухожильном растяжении.

В некоторых случаях дистальных повреждений, когда ладонь не была вовлечена в рубцовый процесс, авторы применяли ауто трансплантат из сухожилия длинной ладонной мышцы. Проксимальное соединение к сухожилию глубокого сгибателя выполняли на уровне червеобразной мышцы. В качестве мотора мог быть использован не только глубокий, но и поверхностный сгибатель повреждённого пальца, а также поверхностный сгибатель соседнего пальца. О правильной степени натяжения восстановления сухожилия судили по положению оперированного пальца, который должен быть согнут чуть больше, чем соседние.

В несложных случаях авторы выполняли 2-й этап тендопластики под местной анестезией с добавлением Inpovar (смесь фентанила и дроперидола) и периодическим снятием жгута для оценки активной функции. После дистальной фиксации трансплантата и закрытия раны на пальце трансплантат подшивали провизорными швами к выбранному в качестве мотора сухожилию. После того, как жгут был спущен в течение 10–15 мин, пациента просили согнуть и разогнуть палец. Если нужная величина активного сгибания не достигалась, натяжение трансплантата корректировали.

После операции гипсовая шина фиксировала кистевой и пястно-фаланговые суставы в положении умеренного сгибания, межфаланговые суставы — в положении лёгкого сгибания. Первую перевязку выполняли через 5–7 дней, во время перевязки пациент обучался активным движениям в межфаланговых суставах. Через 5 нед снимали удаляемый шов Bunnell, назначали пассивные движения на разгибание. При стойких контрактурах продолжалась съёмная иммобилизация. Активные движения восстанавливались в течение 6–12 нед.

При анализе отдалённых результатов лечения 74 пациентов осложнения встретились в 10 случаях: разрыв протеза или сухожилия ($n=3$), инфекция ($n=3$), синовит ($n=2$), рубцовый блок ($n=2$).

В 1970 году J.M. Hunter и R.E. Salisbury поделились опытом лечения 14 детей в возрасте от 2 до 14 лет. Во всех случаях они использовали двухэтапную тендопластику по поводу застарелых повреждений сухожилий сгибателей на 19 пальцах кисти. Были получены достаточно оптимистические результаты. Однако авторы сделали

вывод, что этот метод не следует использовать при лечении новорождённых и детей раннего детского возраста, с которыми затруднен контакт и нереально проведение активной реабилитационной программы.

В 1982 году J.M. Hunter сообщил об использовании неармированных, но рентгеноконтрастных протезов, которые применял как пассивные [11]. Кроме того, автор расширил показания для своего метода лечения. «Новым» показанием стали случаи застарелых изолированных повреждений сухожилий глубоких сгибателей пальцев кисти. Если в такой ситуации использовать одноэтапную пластику, то существует реальный риск сращения сухожильного графта с неповреждённым сухожилием поверхностного сгибателя, что в итоге ухудшает функцию пальца. В этом отношении двухэтапная пластика, по мнению автора, более надёжна и предсказуема. Оказалось, что такая операция может оказаться эффективной и при лечении врождённой патологии сухожилий, транспозиции сухожилий в неблагоприятных условиях, реплантации кисти и пальцев.

С момента первых публикаций J.M. Hunter прошло более полувека. Метод двухэтапной сухожильной пластики получил широкое распространение во всём мире. Тем не менее дискуссии по поводу этого метода лечения не утихают. Что же обсуждают последователи метода J.M. Hunter?

ПОКАЗАНИЯ

Рекомендации по лечению застарелых изолированных повреждений сухожилий глубоких сгибателей остаются спорными. Это связано с неоднородными результатами, полученными различными авторами в разных исследованиях. Так, A.D. Versaci при лечении 5 пациентов по поводу застарелого изолированного повреждения сухожилий глубоких сгибателей использовал двухэтапную тендопластику и в 4 случаях получил хороший результат, в 1 — удовлетворительный [12]. В исследовании R. Nonner у всех 10 пациентов после подобного лечения получены только отличные результаты [13]. В то же время в исследовании D.J. Sullivan не обнаружено преимуществ двухэтапной тендопластики перед одноэтапной при лечении данной категории пациентов [14]. Появились предложения использовать двухэтапную реконструкцию не только при травмах сгибателей, но и при тяжёлых застарелых повреждениях сухожилий разгибателей пальцев кисти в 6-й зоне [15].

МОДИФИКАЦИЯ ДВУХЭТАПНОЙ ТЕНДОПЛАСТИКИ

С середины 60-х гг. прошлого столетия E. Paleva-Holevich стала использовать оригинальную модификацию двухэтапной сухожильной пластики [16]. На 1-м этапе формировали соединение центральных концов

повреждённых сухожилий поверхностного и глубокого сгибателя на уровне ладони. Через 2 мес, на 2-м этапе, сухожилие поверхностного сгибателя пересекали на уровне предплечья, разворачивали в дистальном направлении и использовали как сухожильный графт на ножке. F.B. Kessler объединил 2 метода лечения: на 1-м этапе одновременно с соединением центральных концов повреждённых сухожилий поверхностного и глубокого сгибателя на уровне ладони выполняли установку протеза, вокруг которого формировали новый канал для 2-го этапа тендопластики [17]. Ряд хирургов применяют эти модификации при лечении и взрослых пациентов, и детей [18, 19].

МОДИФИКАЦИИ СУХОЖИЛЬНЫХ ПРОТЕЗОВ

Большинство современных сухожильных имплантов выпускают без армирующей нити. В то же время ряд хирургов продолжают использовать «усиленные» протезы, например, с лавсановой лентой внутри силиконового стержня [18]. Весьма удобным оказался протез конической формы. Благодаря этому свойству имплант является практически универсальным и может использоваться при операциях на кисти любого размера у детей и взрослых [20]. Некоторые хирурги в качестве сухожильных протезов применяют мочевые катетеры, трубки для инфузий, питания новорождённых, назогастральные трубки, дренаж Penrose [21, 22]. Такие импровизированные импланты стоят недорого. Однако самодельные изделия могут потерять прочность раньше времени, а в перфорации и в просвет трубок прорастает фиброзная ткань [23].

ВАРИАНТЫ ФИКСАЦИИ СУХОЖИЛЬНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ

Многочисленные способы дистальной фиксации сухожильного трансплантата условно можно разделить на 2 группы: фиксация к мягким тканям дистальной фаланги и чрескостная фиксация к фаланге. В последнее время весьма популярными стали варианты фиксации с помощью анкеров (якорей) и внутренних (погружных) трансоссальных швов [24–27]. Для профилактики отрыва трансплантата А.М. Волкова предложила армировать дистальный конец графта с помощью циркулярного шва типа «удавки» [28]. Традиционную проксимальную фиксацию сухожильного трансплантата способом Pulvertaft не все хирурги признают самой оптимальной. В экспериментальном исследовании M. Rivlin и соавт. шов «бок-в-бок» оказался более прочным и менее объёмным [29].

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ЭТАПАМИ ТЕНДОПЛАСТИКИ

Оптимальный интервал между этапами тендопластики остаётся дискуссионным вопросом. J.G. Seiler III

рекомендует выполнять 2-й этап тендопластики через 6 нед после первого [30]. M.S. Anderson, M.D. Wongworawat [31] советуют подождать минимум 8 нед, A.F. Sadek [22] — 2–3 мес, J.S. Taras и соавт. [32] — 3 мес, W.B. LaSalle и J.W. Strickland [33] — 4 мес, R.G. Chuinard и соавт. [34] — до 6 мес, а И.Ю. Клюквин и соавт. [5] — 10–12 мес. В 1991 году L.D. Wurtz и K.R. Hanington сообщили о лечении пациента с повреждением сухожилий сгибателей 5-го пальца, которому 2-й этап реконструкции был проведён через 18 лет после 1-го [35]. Несмотря на значительный временной интервал, авторы получили отличный клинический результат.

АНЕСТЕЗИЯ

Многие современные хирурги выполняют реконструктивные операции на сухожилиях с использованием так называемой бодрствующей хирургии («wide-awake surgery»). К примеру, этот метод активно применяют канадские хирурги [36–38]. Восстановление сухожилий и реконструкция сгибателей на уровне кисти и пальцев выполняются под местной инфильтрационной анестезией с помощью 1% раствора лидокаина с добавлением адреналина 1:100 000. Адреналин уменьшает интенсивность кровотечения во время операции, по этой причине турникет не используют. Пациент находится в полном сознании, может свободно пошевелить пальцами, что позволяет оценить качество сухожильного шва и функцию восстановленного сухожилия прямо на операционном столе. По мнению подавляющего большинства хирургов, локальное введение адреналина в палец строго противопоказано в связи с вазоспазмом и возможным некрозом пальца. Однако сторонники «бодрствующей хирургии» считают этот взгляд устаревшей догмой. Тщательный анализ описанных в литературе случаев некроза пальцев привёл авторов к выводу, что причиной осложнений стал вовсе не адреналин, а токсичные местные анестетики — кокаин и прокаин [34]. У «бодрствующей хирургии» много сторонников [22], но в то же время, например, M. Kadhum и соавт. не установили статистически значимых различий в функциональных результатах после восстановления сухожилий сгибателей с использованием «wide-awake surgery», общей или регионарной анестезии [38].

РЕАБИЛИТАЦИЯ

Современные хирурги проводят более активную реабилитацию после пластики сухожилий сгибателей по сравнению с программой восстановительного лечения, которую предлагал автор метода. Так, J.G. Seiler III рекомендует начинать пассивные движения после 1-го этапа тендопластики уже на 2–3-й день [30]. Имобилизация после 2-го этапа — кистевой сустав и пальцы в нейтральном положении. I. Sade и соавт. после 2-го этапа тендопластики

использовали «ранний протокол контролируемых пассивных движений», который начинался на 1-й нед после вмешательства [39]. А.Ф. Sadek и соавт. [22] рекомендует начинать активные и пассивные движения в пальцах кисти на 3–5-й день после восстановления сухожилий сгибателей, J.B. Tang [40] — на 4–7-й день.

ТЕНДОПЛАСТИКА У ДЕТЕЙ

Вопросы лечения маленьких пациентов в контексте двухэтапной сухожильной пластики отражены в литературных источниках недостаточно. Даже сегодня опыт J. Hunter в лечении 14 детей, которым выполнялась двухэтапная тендопластика, остаётся весьма актуальным. У детей школьного возраста подход к лечению застарелых повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти практически такой же, как и у взрослых пациентов. Лечение пациентов раннего детского возраста — более сложная задача. Контакт с маленьким пациентом затруднён и, как следствие, возможны диагностические ошибки и высокая частота застарелых повреждений [41]. Трудности в лечении серьёзных повреждений кисти у маленьких детей обусловлены анатомо-физиологическими особенностями. Малые размеры сухожилия диктуют необходимость выбора особой техники операции. Как указано выше, с маленьким ребёнком затруднён контакт, поэтому становится нереальным применение в послеоперационном периоде методики ранней активной или пассивной мобилизации. Короткие (до уровня локтевого сустава) гипсовые шины плохо держатся на руке у детей [42–44]. По этой причине рекомендовано использование удлинённой шины с захватом локтевого сустава. J.G. Seiler считает, что реконструктивные операции на сухожилиях сгибателей пальцев кисти у детей следует отложить до тех пор, пока ребёнку не исполнится 7 лет [30]. Однако встречаются исключения, и в литературе описаны редкие

случаи успешной двухэтапной тендопластики при лечении детей раннего возраста [43, 45].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует признать, что последователи J.M. Hunter вносят важные, но не существенные изменения в авторский метод лечения, и даже спустя несколько десятилетий основные принципы двухэтапной тендопластики, сформулированные американским хирургом и его учениками, остаются актуальными. Таким образом, J.M. Hunter вооружил кистевых хирургов уникальным методом лечения, благодаря которому появилась возможность помочь самым сложным пациентам, ранее считавшимся неизлечимыми.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

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

Author's contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting 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. Не указан.

Funding source. Not specified.

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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jong L.P., Nguyn J.T., Sonnema A.M., et al. The incidence of acute traumatic tendon injuries in the hand and wrist: a 10-year population-based study // *Clin Orthop Surg*. 2014. Vol. 6, N 2. P. 196–202. doi: 10.4055/cios.2014.6.2.196
2. Neutosvaara Y., Lindfors N.C., Palmu S., et al. Flexor tendon injuries in pediatric patients // *J Hand Surg*. 2007. Vol. 32, N 10. P. 1549–1557. doi: 10.1016/j.jhssa.2007.08.006
3. Tang J.B. Flexor Tendon Injuries // *Clin Plastic Surg*. 2019. Vol. 46, N 3. P. 295–306. doi: 10.1016/j.cps.2019.02.003
4. Moore T., Anderson B., Seiler J.G. 3rd. Flexor tendon reconstruction // *J Hand Surg Am*. 2010. Vol. 35, N 6. P. 1025–1030. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.03.042
5. Клюквин И.Ю., Мигулева И.Ю., Охотский В.П. Травмы кисти. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 29–77.
6. Hunter J.M. Artificial tendons. Early development and application // *Am J Surg*. 1965. N 109. P. 325–338. doi: 10.1016/s0002-9610(65)80081-2
7. Hunter J.M., Salisbury R.E. Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands: a two-stage procedure using a silicone-dacron reinforced gliding prosthesis prior to tendon grafting // *J Bone Joint Surg Am*. 1971. Vol. 53, N 5. P. 829–858.
8. Amadio P.C. James M. Hunter, MD, April 5, 1924–January 29 // *The Journal of Hand Surgery*. 2013. Vol. 38, N 9. P. 1860–1862. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.06.018
9. Baru J.S., Bloom D.A., Muraszko K., Koop C.E. John Holter's shunt // *J Am Coll Surg*. 2001. Vol. 192, N 1. P. 79–85. doi: 10.1016/s1072-7515(00)00743-2
10. Parks A. The «Lumbrical Plus» Finger // *J Bone Joint Surg Br*. 1971. Vol. 53, N 2. P. 236–239.
11. Hunter J.M. Staged flexor tendon reconstruction // *J Hand Surg Am*. 1983. Vol. 8, N 5 (Pt. 2). P. 789–793. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80274-3
12. Versaci A.D. Secondary tendon grafting for isolated flexor digitorum profundus injury // *Plast Reconstr Surg*. 1970. Vol. 46, N 1. P. 57–60.

13. Honner R. The late management of the isolated lesion of the flexor digitorum profundus tendon // *Hand*. 1975. Vol. 7, N 2. P. 171–174. doi: 10.1016/0072-968x(75)90015-7
14. Sullivan D.J. Disappointing outcomes in staged flexor tendon grafting for isolated profundus loss // *J Hand Surg Br*. 1986. Vol. 11, N 2. P. 231–233. doi: 10.1016/0266-7681(86)90267-6
15. Al-Qattan M.M. Two-staged extensor tendon reconstruction for zone 6 extensor tendon loss of the fingers: indications, technique and results // *J Hand Surg Eur Vol*. 2015. Vol. 40, N 3. P. 276–280. doi: 10.1177/1753193413517626
16. Paneva-Holevich E. Two-stage reconstruction of the flexor tendons // *Int Orthop*. 1982. Vol. 6, N 2. P. 133–138. doi: 10.1007/BF00268657
17. Kessler F.B. Use of a pedicled tendon transfer with a silicone rod in complicated secondary flexor tendon repairs // *Plast Reconstr Surg*. 1972. Vol. 49, N 4. P. 439–443. doi: 10.1097/00006534-197204000-00014
18. Александров А.В., Рыбченко В.В., Львов Н.В., и др. Двухэтапная тендопластика сухожилий сгибателей пальцев кисти у детей с застарелыми повреждениями в зоне фиброзносиновиальных каналов // *Вестник РГМУ*. 2016. № 5. С. 29–33.
19. Abdul-Kader M.H., Amin M.A. Two-stage reconstruction for flexor tendon injuries in zone II using a silicone rod and pedicled sublimis tendon graft // *Indian J Plast Surg*. 2010. Vol. 43, N 1. P. 14–20. doi: 10.4103/0970-0358.63944
20. Merle M., Wilson S.W. Some technical tips to improve two stages flexor tendon grafting // *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2006. N 6. P. 386–392.
21. Sano K, Kimura K, Hashimoto T, Ozeki S. Two-stage tendon sheath reconstruction using sublimis tendon and silicone Penrose drain after severe purulent flexor tenosynovitis: a case report // *Hand (NY)*. 2013. Vol. 8, N 3. P. 343–347. doi: 10.1007/s11552-013-9507-8
22. Sadek A.F., Hweidi A.S., Ahmed M.A. Outcomes of staged reconstruction of Zone 2 flexor tendon injuries in recent wide-awake surgical settings and an earlier case series // *J Hand Surg Eur Vol*. 2022. Vol. 47, N 2. P. 206–211. doi:10.1177/17531934211053267
23. Ersoy B. An unsuitable alternative to silicone rod in two-stage flexor tendon reconstruction // *J Hand Surg Eur Vol*. 2011. Vol. 36, N 9. P. 816–817. doi: 10.1177/1753193411419441
24. Страфун С.С., Куринной И.Н., Безуглый А.А., и др. Хирургия сухожилий пальцев кисти. Киев: Макрос, 2012.
25. Hallock G.G. The Mitek Mini Gil anchor introduced for tendon reinsertion in the hand // *Ann Plast Surg*. 1994. Vol. 33, N 2. P. 211–213. doi: 10.1097/00006537-199408000-00016
26. Kapickis M. New «loop» suture for FDP zone I injuries // *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2009. Vol. 13, N 3. P. 141–144. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181abc9c
27. Barthel P., Mansat P. Single-Stage Free Tendon Grafting for Flexor Tendon Injury in Fingers. In: Amadio P.C., Guimberteau J.C., Chang J., editors. *Tendon surgery of the hand*. 1st ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2012. P. 266–273.
28. Волкова А.М. Хирургия кисти. Т. 1. Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 1991.
29. Rivlin M, Eberlin KR, Kachooei AR, et al. Side-to-Side Versus Pulvertaft Extensor Tenorrhaphy-A Biomechanical Study // *J Hand Surg Am*. 2016. Vol. 41, N 11. P. e393–e397. doi: 10.1016/j.jhssa.2016.07.106
30. Seiler J.G. III. Flexor Tendon Injury. In: Wolfe S.W., Pederson W.C., Kozin S.H., Cohen M.S., editors. *Operative Hand Surgery*. 8th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2022. P. 212–259.
31. Anderson M.S., Wongworawat M.D. Flexor tendon reconstruction. In: Weiss A.-P.C., editor. *The American Society for Surgery of the Hand Textbook of Hand and Upper Extremity Surgery*. 2nd ed. ASSH, 2019. P. 770–792.
32. Taras J.S., Hanks S.M., Mastella D.J. Staged flexor tendon and pulley reconstruction. In: Strickland J.W., Graham T., editors. *The Hand*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins; Saunders Elsevier, 2005. P. 287–298.
33. LaSalle W.B., Strickland J.W. An evaluation of the two-stage flexor tendon reconstruction technique // *J Hand Surg Am*. 1983. Vol. 8, N 3. P. 263–267. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80155-5
34. Chuinard R.G., Dabiezies E.J., Mathews R.E. Two-stage superficialis tendon reconstruction in severely damaged fingers // *J Hand Surg Am*. 1980. Vol. 5, N 2. P. 135–143. doi: 10.1016/s0363-5023(80)80144-4
35. Wurtz L.D., Hanington K.R. A second-stage flexor tendon reconstruction after 18 years // *J Hand Surg Am*. 1991. Vol. 16, N 4. P. 711–713. doi: 10.1016/0363-5023(91)90199-1
36. Tomson C.J., Lalonde D.H., Dencer K.A., Feiht A.J. A Critical Look at the Evidence for and against Elective Epinephrine use in the finger // *Plast Reconstr Surg*. 2007. Vol. 119, N 1. P. 260–266. doi: 10.1097/01.prs.0000237039.71227.11
37. Lalonde D.H., editor. *Wide awake hand surgery*. CRC Press, 2016.
38. Kadhum M., Georgiou A., Kanapathy M., et al. Operative Outcomes for Wide Awake Local Anaesthesia versus Regional and General Anaesthesia for Flexor Tendon repair // *Hand Surg Rehabil*. 2022. Vol. 41, N 1. P. 125–130. doi: 10.1016/j.hansur.2021.10.312
39. Sade I., İnanir M., Şen S., et al. Rehabilitation outcomes in patients with early and two-stage reconstruction of flexor tendon injuries // *J Phys Ther Sci*. 2016. Vol. 28, N 8. P. 2214–2219. doi: 10.1589/jpts.28.2214
40. Tang J.B. Rehabilitation after flexor tendon repair and others: a safe and efficient protocol // *J Hand Surg Eur Vol*. 2021. Vol. 46, N 8. P. 813–817. doi: 10.1177/17531934211037112
41. Al-Qattan M.M. Flexor tendon injuries in the child // *J Hand Surg Eur Vol*. 2014;. Vol. 9, N 1. P. 46–53. doi: 10.1177/1753193413498207
42. Fitoussi F., Mazda K., Frajman J.-M., et al. Repair of the flexor pollicis longus tendon in children // *J Bone Joint Surg*. 2000. Vol. 82, N 8. P. 1177–1180. doi: 10.1302/0301-620x.82b8.10820
43. Piper S.L., Wheeler L.C., Mills J.K., et al. Outcomes After Primary Repair and Staged Reconstruction of Zone I and II Flexor Tendon Injuries in Children // *J Pediatr Orthop*. 2019. Vol. 39, N 5. P. 263–267. doi: 10.1097/BPO.0000000000000912
44. Courvoisier A., Pradel P., Dautel G. Surgical outcome of one-stage and two-stage flexor tendon grafting in children // *J Pediatr Orthop*. 2009. Vol. 29, N 7. P. 792–796. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181b76a16
45. Золотов А.С., Мбеки Д.А. Двухэтапная пластика сухожилия глубокого сгибателя V пальца кисти у ребенка раннего возраста // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2022. Т. 10, № 2. С. 191–196. doi: 10.17816/PTORS106167

REFERENCES

1. Jong LP, Nguyn JT, Sonnema AM, et al. The incidence of acute traumatic tendon injuries in the hand and wrist: a 10-year population-based study. *Clin Orthop Surg.* 2014;6(2):196–202. doi: 10.4055/cios.2014.6.2.196
2. Neutosvaara Y, Lindfors NC, Palmu S, et al. Flexor tendon injuries in pediatric patients. *J Hand Surg.* 2007;32(10):1549–1557. doi: 10.1016/j.jhssa.2007.08.006
3. Tang JB. Flexor Tendon Injuries. *Clin Plastic Surg.* 2019;46(3):295–306. doi: 10.1016/j.cps.2019.02.003
4. Moore T, Anderson B, Seiler JG 3rd. Flexor tendon reconstruction. *J Hand Surg Am.* 2010;35(6):1025–1030. doi: 10.1016/j.jhssa.2010.03.042
5. Klyukvin IYu, Miguleva IYu, Okhotskii VP. *Travmy kisti.* Moscow: GEOTAR-Media; 2009. P. 29–77. (In Russ).
6. Hunter JM. Artificial tendons. Early development and application. *Am J Surg.* 1965;109:325–338. doi: 10.1016/s0002-9610(65)80081-2
7. Hunter JM, Salisbury RE. Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands: a two-stage procedure using a silicone-dacron reinforced gliding prosthesis prior to tendon grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53(5):829–858.
8. Amadio PC. James M. Hunter, MD, April 5, 1924–January 29. *The Journal of Hand Surgery.* 2013;38(9):1860–1862. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.06.018
9. Baru JS, Bloom DA, Muraszko K, Koop CE. John Holter's shunt. *J Am Coll Surg.* 2001;192(1):79–85. doi: 10.1016/s1072-7515(00)00743-2
10. Parks A. The «Lumbrical Plus» Finger. *J Bone Joint Surg Br.* 1971;53(2):236–239.
11. Hunter JM. Staged flexor tendon reconstruction. *J Hand Surg Am.* 1983;8(5 Pt 2):789–793. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80274-3
12. Versaci AD. Secondary tendon grafting for isolated flexor digitorum profundus injury. *Plast Reconstr Surg.* 1970;46(1):57–60.
13. Honner R. The late management of the isolated lesion of the flexor digitorum profundus tendon. *Hand.* 1975;7(2):171–174. doi: 10.1016/0072-968x(75)90015-7
14. Sullivan DJ. Disappointing outcomes in staged flexor tendon grafting for isolated profundus loss. *J Hand Surg Br.* 1986;11(2):231–233. doi: 10.1016/0266-7681(86)90267-6
15. Al-Qattan MM. Two-staged extensor tendon reconstruction for zone 6 extensor tendon loss of the fingers: indications, technique and results. *J Hand Surg Eur Vol.* 2015;40(3):276–280. doi: 10.1177/1753193413517626
16. Paneva-Holevich E. Two-stage reconstruction of the flexor tendons. *Int Orthop.* 1982;6(2):133–138. doi: 10.1007/BF00268657
17. Kessler FB. Use of a pedicled tendon transfer with a silicone rod in complicated secondary flexor tendon repairs. *Plast Reconstr Surg.* 1972;49(4):439–443. doi: 10.1097/00006534-197204000-00014
18. Aleksandrov AV, Rybchenok VV, Lvov NV, et al. Two-stage repair of finger flexor tendons in children with chronic tendon ruptures in fibro-synovial channels. *Bulletin of RSMU.* 2016;5:29–33. (In Russ).
19. Abdul-Kader MH, Amin MA. Two-stage reconstruction for flexor tendon injuries in zone II using a silicone rod and pedicled sublimis tendon graft. *Indian J Plast Surg.* 2010;43(1):14–20. doi: 10.4103/0970-0358.63944
20. Merle M, Wilson SW. Some technical tips to improve two stages flexor tendon grafting. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology.* 2006;6:386–392.
21. Sano K, Kimura K, Hashimoto T, Ozeki S. Two-stage tendon sheath reconstruction using sublimis tendon and silicone Penrose drain after severe purulent flexor tenosynovitis: a case report. *Hand (NY).* 2013;8(3):343–347. doi: 10.1007/s11552-013-9507-8
22. Sadek AF, Hweidi AS, Ahmed MA. Outcomes of staged reconstruction of Zone 2 flexor tendon injuries in recent wide-awake surgical settings and an earlier case series. *J Hand Surg Eur Vol.* 2022;47(2):206–211. doi:10.1177/17531934211053267
23. Ersoy B. An unsuitable alternative to silicone rod in two-stage flexor tendon reconstruction. *J Hand Surg Eur Vol.* 2011;36(9):816–817. doi: 10.1177/1753193411419441
24. Strafun SS, Kurinnoi IN, Bezuglyi AA, et al. *Khirurgiya sukhozhilli pal'tsev kisti.* Kyiv: Makros; 2012. (In Russ).
25. Hallock GG. The Mitek Mini Gil anchor introduced for tendon reinsertion in the hand. *Ann Plast Surg.* 1994;33(2):211–213. doi: 10.1097/0000637-199408000-00016
26. Kapickis M. New «loop» suture for FDP zone I injuries. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009;13(3):141–144. doi: 10.1097/BTH.0b013e3181abc9c
27. Barthel P, Mansat P. Single-Stage Free Tendon Grafting for Flexor Tendon Injury in Fingers. In: Amadio PC, Guimberteau JC, Chang J, editors. *Tendon surgery of the hand. 1st ed.* Philadelphia: Saunders Elsevier; 2012. P. 266–273.
28. Volkova AM. *Khirurgiya kisti.* Vol. 1. Ekaterinburg: Sredne-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo; 1991. (In Russ).
29. Rivlin M, Eberlin KR, Kachooei AR, et al. Side-to-Side Versus Pulvertaft Extensor Tenorrhaphy-A Biomechanical Study. *J Hand Surg Am.* 2016;41(11):e393–e397. doi: 10.1016/j.jhssa.2016.07.106
30. Seiler JG III. Flexor Tendon Injury. In: Wolfe SW, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS, editors. *Operative Hand Surgery. 8th ed.* Philadelphia: Saunders Elsevier; 2022. P. 212–259.
31. Anderson MS, Wongworawat MD. Flexor tendon reconstruction. In: Weiss A-PC, editor. *The American Society for Surgery of the Hand Textbook of Hand and Upper Extremity Surgery. 2nd ed.* ASSH; 2019. P. 770–792.
32. Taras JS, Hankins SM, Mastella DJ. Staged flexor tendon and pulley reconstruction. In: Strickland JW, Graham T, editors. *The Hand. 2nd ed.* Lippincott Williams & Wilkins; Saunders Elsevier; 2005. P. 287–298.
33. LaSalle WB, Strickland JW. An evaluation of the two-stage flexor tendon reconstruction technique. *J Hand Surg Am.* 1983;8(3):263–267. doi: 10.1016/s0363-5023(83)80155-5
34. Chuinard RG, Dabezies EJ, Mathews RE. Two-stage superficialis tendon reconstruction in severely damaged fingers. *J Hand Surg Am.* 1980;5(2):135–143. doi: 10.1016/s0363-5023(80)80144-4
35. Wurtz LD, Hanington KR. A second-stage flexor tendon reconstruction after 18 years. *J Hand Surg Am.* 1991;16(4):711–713. doi: 10.1016/0363-5023(91)90199-1
36. Tomson CJ, Lalonde DH, Dencer KA, Feiht AJ. A Critical Look at the Evidence for and against Elective Epinephrine

use in the finger. *Plast Reconstr Surg.* 2007;119(1):260–266. doi: 10.1097/01.prs.0000237039.71227.11

37. Lalonde DH, editor. *Wide awake hand surgery.* CRC Press; 2016.

38. Kadhum M, Georgiou A, Kanapathy M, et al. Operative Outcomes for Wide Awake Local Anaesthesia versus Regional and General Anaesthesia for Flexor Tendon repair. *Hand Surg Rehabil.* 2022;41(1):125–130. doi: 10.1016/j.hansur.2021.10.312

39. Sade I, İnanir M, Şen S, et al. Rehabilitation outcomes in patients with early and two-stage reconstruction of flexor tendon injuries. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(8):2214–2219. doi: 10.1589/jpts.28.2214

40. Tang JB. Rehabilitation after flexor tendon repair and others: a safe and efficient protocol. *J Hand Surg Eur Vol.* 2021;46(8):813–817. doi: 10.1177/17531934211037112

41. Al-Qattan MM. Flexor tendon injuries in the child. *J Hand Surg Eur Vol.* 2014;39(1):46–53. doi: 10.1177/1753193413498207

42. Fitoussi F, Mazda K, Frajman J-M, et al. Repair of the flexor pollicis longus tendon in children. *J Bone Joint Surg.* 2000;82(8):1177–1180. doi: 10.1302/0301-620x.82b8.10820

43. Piper SL, Wheeler LC, Mills JK, et al. Outcomes After Primary Repair and Staged Reconstruction of Zone I and II Flexor Tendon Injuries in Children. *J Pediatr Orthop.* 2019;39(5):263–267. doi: 10.1097/BPO.0000000000000912

44. Courvoisier A, Pradel P, Dautel G. Surgical outcome of one-stage and two-stage flexor tendon grafting in children. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(7):792–796. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181b76a16

45. Zolotov AS, Mbeki JA. Two-stage tendoplasty of the flexor digitorum profundus in a small child. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery.* 2022;10(2):191–196. (In Russ). doi: 10.17816/PTORS106167

ОБ АВТОРАХ

* **Золотов Александр Сергеевич**, д.м.н., профессор,
врач травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 690920, Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>;
eLibrary SPIN: 3925-9025;
e-mail: dalexpk@gmail.com

Дьячкова Юлия Сергеевна, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7107-3614>;
e-mail: diachkova.iua@dvfu.ru

Сидоренко Илья Сергеевич,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4910-4391>;
e-mail: sidorenko.is@dvfu.ru

Мбеки Джошуа Ариемо, аспирант;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1240-9247>;
e-mail: jmbeki@mail.ru

AUTHORS INFO

* **Aleksandr S. Zolotov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,
traumatologist-orthopedist;
address: 10 Vil. Ajax, Russian Island, 690920, Vladivostok, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0045-9319>;
eLibrary SPIN: 3925-9025;
e-mail: dalexpk@gmail.com

Julia A. Dyachkova, MD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7107-3614>;
e-mail: diachkova.iua@dvfu.ru

Ilya S. Sidorenko,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4910-4391>;
e-mail: sidorenko.is@dvfu.ru

Joshua A. Mbeki, graduate student;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1240-9247>;
e-mail: jmbeki@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author