

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/82/03>
УДК 611.74-089:615.472

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ТЕНОРАФИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОГО ТЕНДОДЕРЖАТЕЛЯ

А.М. Гурьянов, И.И. Каган, В.И. Студенов, В.В. Ивлев

Оренбургский государственный медицинский университет,
Оренбург, Российская Федерация

Аннотация

Введение. Травма сухожилий конечностей – одно из наиболее частых повреждений опорно-двигательного аппарата человека. Тенорафия, направленная на восстановление их целостности, представляет собой технически сложное оперативное вмешательство, предполагающее доступ с выделением концов сухожилия, их удержание и многократное перехватывание при проведении шовной нити. В процессе операции сухожилие неминуемо подвергается дополнительной травматизации от сдавления хирургическими инструментами. В результате нарушаются структура и кровоснабжение, происходит разволокнение концов сшиваемого сухожилия, что препятствует точной адаптации и вызывает деформацию в зоне шва, способствует прорезыванию нитей. Регенерация сухожилия при этом протекает с выраженным рубцово-спаечным процессом, нарушаются скользящие свойства, формируются теногенные контрактуры.

Цель исследования: оценить влияние способа захвата и удержания сухожилия в процессе выполнения тенорафии на микроанатомическую структуру сухожилия.

Материал и методы. Предложен новый инструмент для выполнения тенорафии. Проведены 12 экспериментальных тенорафий на сухожилиях ампутированных по медицинским показаниям конечностей людей с применением пинцета и оригинального тендодержателя с последующим гистотопографическим исследованием сшитых образцов сухожилий.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования установлено, что способ захвата и удержания сухожилия в процессе тенорафии имеет существенное влияние на его анатомическую структуру. При удержании пинцетом наблюдались нарушения структуры сухожилия и повреждения его оболочек. Сухожилия, удерживаемые в ходе операции при помощи тендодержателя, отличались сохранностью макромикрoанатомической структуры самого сухожилия и окружающих его тканей.

Заключение. Применение микрохирургического тендодержателя позволяет обеспечить лучшую сохранность макромикроскопической структуры сухожилия, анатомичность и прецизионность тенорафии, в сравнении с традиционными способами удержания сухожилия.

Ключевые слова: повреждение сухожилий, тенорафия, микрохирургия, тендодержатель

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Гурьянов А.М., Каган И.И., Студенов В.И., Ивлев В.В. Экспериментальная тенорафия с применением микрохирургического тендодержателя. 2022. Т. 25, № 3. С. 22–29. doi 10.52581/1814-1471/82/03

EXPERIMENTAL SURGERY

EXPERIMENTAL TENORRHAPHY WITH THE USE OF MICROSURGICAL TENDON HOLDER

A.M. Gurianov, I.I. Kagan, V.I. Studenov, V.V. Ivlev

Orenburg State Medical University,
Orenburg, Russian Federation

Abstract

Objective. Damage to the tendons of the extremities is one of the most frequent injuries of the human musculoskeletal system. Tenorrhaphy, aimed at restoring their integrity, is a technically complex surgical intervention,

including access with the release of the ends of the tendons, their retention and repeated interception during suturing with a thread. During surgery, the tendon inevitably undergoes additional trauma from compression by surgical instruments. As a result, there is a violation of the ultrastructure, blood supply and weakening of the ends of the sutured tendon. In turn, this prevents accurate adaptation and causes deformation in the seam area, promotes thread eruption. At the same time, tendon regeneration proceeds with a pronounced scar-adhesive process, sliding properties are violated, tenogenic contractures are formed.

Purpose of the study. To evaluate the effect of the tendon capture and retention method during tenorrhaphy on the microanatomic structure of the tendon.

Material and methods. A new instrument for performing tenorrhaphy is proposed. 12 experimental tenorrhaphies were performed on the tendons of the limbs of people amputated for medical reasons, using tweezers and an original tendon holder, followed by histotopographic examination of stitched tendon samples.

Results and discussion. In the course of the study, it was found that the method of capturing and holding the tendon during tenoraphy has a significant impact on its anatomical structure. When holding tendons with tweezers, violations of the tendon structure and damage to its membranes were observed. The tendons held during the operation with the help of a tendon holder were distinguished by the preservation of the macromicroanatomic structure of the tendon itself and the surrounding tissues.

Conclusion. The use of a microsurgical tendon holder makes it possible to ensure the safety of the macromicroscopic structure of the tendon, the anatomicity and precision of the tenoraphy, in comparison with traditional methods of tendon retention.

Keywords: *tendon injury, tenorrhaphy, microsurgery, tendon holder*

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Gurianov A.M., Kagan I.I., Studenov V.I., Ivlev V.V. Experimental tenorrhaphy with the use of microsurgical tendon holder. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2022;25(3):22–29. doi 10.52581/1814-1471/82/03

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения сухожилий конечностей – одна из частых травм опорно-двигательного аппарата человека [1, 2]. Тенорафия, имеющая целью восстановление поврежденного сухожилия, представляет собой технически сложное оперативное вмешательство. Доступ к месту разрыва сухожилия предполагает инцизию покровных тканей, отсепаровку пара- и перитенона. В ходе непосредственного выполнения шва концы сухожилия удерживают пинцетами или зажимами, которые оказывают компримирующее воздействие на них. Кроме того, нередко сухожильные культи в процессе тенорафии перемещаются, подвергаются ротации и тракции [3–5]. Можно предположить, что указанные операционные манипуляции оказывают дополнительное повреждающее действие, неминуемо нарушают кровоснабжение в поврежденном в процессе вмешательства сухожилии. Задача хирурга – свести к минимуму последствия операционной агрессии для сухожильной ткани. Однако, несмотря на очевидность проблемы и бурное развитие хирургической техники вплоть до роботизации отдельных направлений хирургии, разработки малоинвазивных техник тенорафии, внедрения микрохирургических технологий в травматологии, до настоящего времени

так и не предложено способа и инструмента, которые бы позволили атравматично, надежно и безкомпрессионно фиксировать сухожилие на протяжении всей операции. Для этих целей по сей день широко применяются общехирургические пинцеты и зажимы, рабочие части которых оказывают неконтролируемое компримирующее воздействие на ткань сухожилия [2, 5–8].

Цель исследования: оценить влияние способа захвата и удержания сухожилия в процессе выполнения тенорафии на макромикроанатомическую структуру сухожилия.

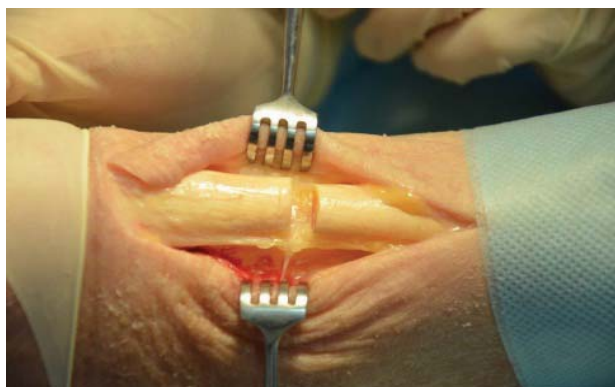
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на кафедре травматологии и ортопедии и кафедре оперативной хирургии и клинической анатомии им. С.С. Михайлова Оренбургского государственного медицинского университета (ОрГМУ).

Клинико-экспериментальные исследования выполняли на 7 ампутированных по медицинским показаниям или отчлененных конечностях людей обоего пола в возрасте 30–60 лет. Всего выполнено 12 экспериментальных операций по наложению сухожильного шва.

На сухожилиях ампутированных конечностей человека с помощью скальпеля выполняли

поперечную тенотомию (рис. 1) с последующим сшиванием культей пересеченного сухожилия нитью PDS 3/0 оригинальным швом [9].



а



б

Рис. 1. Тенотомия с последующим сшиванием культей пересеченного сухожилия оригинальным швом: а – вид рассеченного сухожилия; б – результат тенорафии

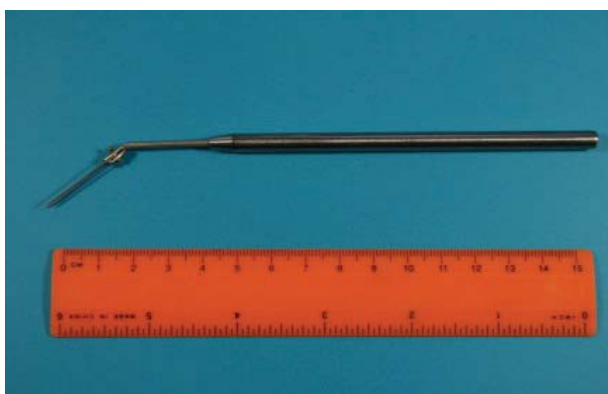
Fig. 1. Tenotomy followed by stitching of the stump of the crossed tendon with the original suture: а – view of the dissected tendon; б – the result of tenoraffia

Тенорафию выполняли максимально щадяще по отношению к сухожилию. Проксимальный конец рассеченного сухожилия в процессе выполнения шва удерживали на расстоянии 2 см от края культи при помощи хирургического пинцета, стараясь не оказывать выраженного давления на сухожилие и свести к минимуму количество перехватов. Дистальный конец фиксировали тендодержателем оригинальной конструкции (патент РФ №177222 от 13.02.2018 «Микрохирургический тендодержатель для выполнения сухожильного шва») (рис. 2) [8]. Для этого предварительно в зажимном устройстве тендодержателя фиксировали необходимого размера игольчатую насадку. Прокалывая концы сухожилия на расстоянии 2 см от места разрыва, направляли иглы продольно оси сухожилия, тем самым нанизывая их на тендодержатель. В результате этой манипуляции конец сухожилия в процессе наложения шва можно было не только

удерживать, но также перемещать и ротировать, без компрессионного воздействия на него (рис. 3).



а



б

Рис. 2. Микрохирургический тендодержатель для выполнения сухожильного шва: а – вид сбоку; б – вид спереди

Fig. 2. Microsurgical needle holder for performing tendon suture: а - side view; б - front view



Рис. 3. Фиксация сухожилия при помощи микрохирургического тендодержателя в ходе выполнения эксперимента

Fig. 3. Fixation of the tendon using a microsurgical tendon holder during the experiment

После совмещения и сшивания концов сухожилия инструмент извлекали, а сухожилие выделяли из окружающих тканей и подвергали гистотопографическому исследованию. Фиксацию сухожилия проводили путем поочередного погружения его в 3%-й (на 24 ч), затем в 5%-й (на 24 ч) и 10%-й (на 72 ч) раствор нейтрального формалина. Далее в течение суток промывали в проточной воде и 7 сут выдерживали в спиртах возрастающей концентрации с целью обезвоживания. Обезвоженные сухожилия обезжиривали в равном количестве спирта и эфира в течение суток. Обработанный таким образом анатомический материал пропитывали целлоидином и укрепляли на березовых блоках. После уплотнения в парах хлороформа в течение 24 ч, готовили гистотопограммы. Срезы толщиной 20 мкм окрашивали пикрофуксином по Ван-Гизону. Изучение гистотопограмм проводили при 8-, 16- и 32-кратном увеличении под стереоскопическим микроскопом МБС-10 фирмы «ЛОМО» (г. Санкт-Петербург).

Забор материала осуществляли в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. Материал получали в патологоанатомических отделениях лечебных учреждений г. Оренбурга. На заседании локального этического комитета ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России установлено соответствие исследования принятым этическим принципам и нормам (протокол заседания этического комитета №138 от 01.04.2016).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью критерия Хи-квадрат (χ^2) Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучены поперечные гистотопограммы 24 экспериментальных образцов сухожилий, из них 12 – после традиционной техники тенорафии с применением пинцета и 12 образцов сухожилий, подвергнутых тенорафии с использованием микрохирургического тендодержателя. В ходе исследования было установлено, что способ захвата и удержания сухожилия оказывает существенное влияние на макромикроанатомическую структуру сшиваемого сухожилия и его оболочек, а также на возможный исход операции. На рис. 4 представлены гистотопограммы экспериментальных образцов сухожилий после традиционной техники шва и шва с применением микрохирургического тендодержателя.

При изучении гистотопограмм отмечено, что, несмотря на максимально щадящее отношение к ткани сухожилия, в проксимальном отрезке, который удерживался хирургическим пинцетом во всех образцах, наблюдались изменения макромикроанатомической структуры сухожилия в виде разволокнения, нарушения компактного взаиморасположения сухожильных пучков, изменения их формы, расслоение и повреждение перитендиния (рис. 4, а–в).

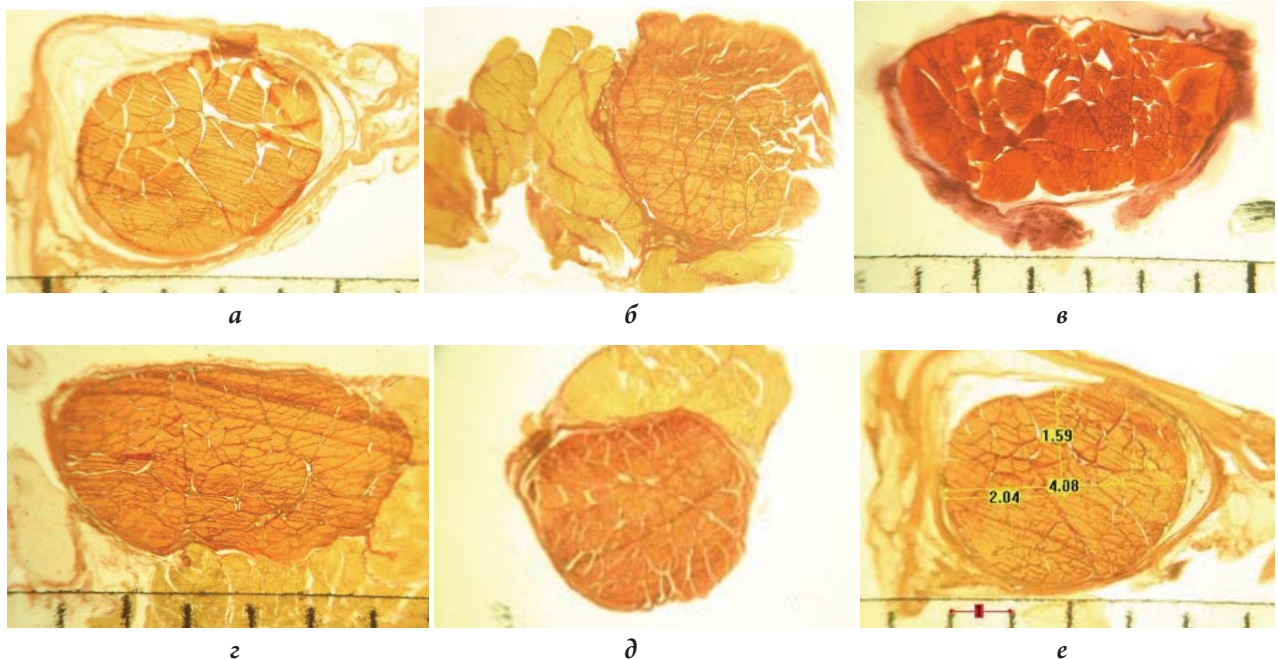


Рис. 4. Поперечные гистотопограммы сухожилий: а–в – проксимальные концы сухожилий, удерживаемые хирургическим пинцетом; г–е – дистальные концы тех же сухожилий, удерживаемые при помощи тендодержателя. Ок. 6, об. 2. Окраска по Ван-Гизону

Fig. 4. Transverse histotopograms of tendons: а–в – proximal ends of tendons held with surgical tweezers; г–е – distal ends of the same tendons held with a tendon holder. Painting by Van Gieson. Eyepiece 6, lens 2

В дистальном отрезке сухожилия подобных последствий от воздействия инструментария не отмечено ни в одном из наблюдений. Сухожилие, удерживаемое в ходе операции при помощи тендодержателя, характеризовалось правильной формой поперечного сечения, компактностью и упорядоченностью расположения и взаимоотношения сухожильных пучков, сохранностью макромикрoанатомической структуры сухожилия и его оболочек (рис. 4, г–е).

Для анализа и сопоставления полученных результатов нами введена условная градация изменений макромикрoанатомической структуры сухожилий после тенорафии на четыре степени (0, I, II, III). При отсутствии изменений и полной сохранности макромикрoанатомической структуры сухожилия, а также при повреждении до 10% площади поперечного сечения сухожилия определялась 0 степень. Первой степени соответствовали изменения структуры на площади от 11 до 30% поперечного сечения сухожилия. Ко II степени были отнесены образцы с изменениями макромикрoанатомической структуры от 31 до 60% площади поперечного сечения сухожилия. При повреждении более 60% присваивали III степень изменений структуры сухожилия.

Распределение образцов в зависимости от способа тенорафии и степени интраоперационного повреждения представлено в таблице.

Статистическая значимость полученных результатов подтверждена с помощью критерия χ^2 Пирсона ($p < 0,01$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Вопросам реконструкции поврежденных сухожилий посвящено достаточно много научных работ и публикаций. Травматология в настоящее время располагает большим количеством различных вариантов сухожильного шва, прецизионной и микрохирургической техникой, современными средствами реабилитации [2, 5, 6, 10].

Усилия хирургов и научный поиск уже несколько десятилетий сосредоточены вокруг разработки нового способа выполнения сухожильного шва, новых высокопрочных и биоинертных шовных материалов, сухожильных игл. Тем не менее, исходы тенорафии продолжают оставаться неоднозначными [11–16]. На этом фоне сравнительно мало внимания уделяется совершенствованию самой техники тенорафии, недостаточно изучены послеоперационные изменения макромикрoанатомической анатомии сухожилий, подвергнутых реконструкции. Лишь немногие авторы в своих публикациях касаются вопросов клинической анатомии сухожилий [3]. Отсутствуют исследования, посвященные изучению интраоперационного воздействия инструментария на сухожилия в ходе тенорафии. Возможно, что именно в этом кроется причина существующих неудач.

Нами были проанализированы данные публикаций за последние 10 лет в электронных базах PubMed, eLIBRARY.RU, GoogleScholar, Springer-Link на русском и английском языках по ключевым словам: «сухожилия», «повреждение сухожилий», «тенорафия», «шов сухожилий», «хирургический инструментарий», «микроанатомия сухожилий» и др. Анализ публикаций показал, что до настоящего времени не предложено ни одного способа удержания сухожилия, который бы исключал давление на сухожилие и окружающие его оболочки. Отсутствуют исследования на тему патологических изменений в ткани сухожилия после его сшивания, и лишь в одной публикации авторы сообщают об инструменте, предназначенном специально для тенорафии [17]. Д.В. Патрикеев с соавт. в 2004 г. описали устройство для фиксации сухожилия с рабочими концами, выполненными в виде желоба с симметрично расположенными сквозными продольными пазами на боковых краях этого желоба, позволяющее надежно фиксировать сухожилие при выполнении шва.

Распределение исследуемых образцов в зависимости от техники тенорафии и степени интраоперационного повреждения

The distribution of studied samples depending on the technique of tenorrhaphy and the degree of intraoperative damage

Степень нарушения микроанатомической структуры сухожилия	Критерий градации (площадь нарушения микроанатомической структуры от общей площади поперечного сечения сухожилия)	Количество образцов	
		Тенорафия с использованием пинцета	Тенорафия с использованием тендодержателя
0	0–10%	0	12
I	11–30%	3	0
II	31–60%	5	0
III	более 60%	4	0
Итого		12	12

Было выявлено, что рабочие концы инструмента оказывают давление на сухожилие, а также препятствуют достаточной визуализации сухожилия и наложению швов, ориентированных в различных плоскостях [17]. Данный инструмент не нашел широкого применения в хирургии.

В своем исследовании мы впервые показали влияние способов удержания сухожилия на его структуру. Наглядно продемонстрировали негативное влияние компрессионных методов фиксации на макромикроскопическую структуру сухожилия. Передача усилия рук хирурга на пинцет во всех наблюдениях вызвала изменение макромикроанатомической структуры сухожилия в виде разволокнения, нарушения компактного взаиморасположения сухожильных пучков и изменения их формы, повреждения эпинеритендиния. Именно с этим может быть связано большое количество осложнений, на которые указывают многие авторы в своих публикациях [1, 5, 10–12, 16]. Вероятно, интраоперационная травматизация вызывает нарушение кровоснабжения сухожилия, что может препятствовать оптимальной репарации и запускать рубцово-спаечный процесс в окружающих сухожилие оболочках и тканях. Ослабленное сухожилие неспособно противостоять натяжению шовных нитей, что ведет к их прорезыванию, снижает стабильность шва с исходом в реруптуру.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kilic B., Zekioglu A., Serdar Yücel A. Flexor tendon injuries and treatment results of 67 patients // *Pak J Biol Sci.* 2015 Jan. Vol. 18, No. 1. P. 32–36. doi: 10.3923/pjbs.2015.32.36
2. Самодай В.Г., Магомедов Р.М., Магомедов Р.М. Хирургия повреждений сухожилий сгибателей пальцев кисти (обзор литературы) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2021. № 1 (43). С. 42–52.
3. Наконечный Д.Г., Киселева А.Н. Эволюция хирургического шва при восстановлении поврежденных сухожилий сгибателей пальцев кисти // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2018. Т. 177, № 6. С. 91–95.
4. Мурадов М.И., Мухамедкерим К.Б., Байгузева А.А. и др. Менее травматичные доступы в микрохирургии травм сухожилий сгибателей пальцев кисти // *Вестник хирургии Казахстана.* 2018. № 3 (56). С. 25–28.
5. Warwick D., Dunn R. *Hand Surgery (Oxford Specialist Handbooks Series in Surgery).* Oxford University Press. 2nd Ed. 2018. 736 p.
6. Khor W., Langer M., Wong R., et al. Improving outcomes in tendon repair: A critical look at the evidence for flexor tendon repair and rehabilitation // *Plast Reconstr Surg.* 2016 Dec. Vol. 138, No. 6. P. 1045e–1058e. doi: 10.1097/PRS.0000000000002769
7. Баранов Н.А., Салов И.А., Масляков В.В., Коршунова Г.А. Микрохирургический шов сухожилия сгибателей пальцев кисти и периферических нервов при острой травме // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* 2018. № 4. С. 55.
8. Гурьянов А.М., Сафронов А.А., Ивлев В.В. и др. Микрохирургический тендодержатель для выполнения сухожильного шва: Патент РФ на полезную модель № 177222 от 13.02.2018.
9. Гурьянов А.М., Сафронов А.А., Каган И.И., Ким В.И., Ивлев В.В., Роганов Д.А., Богданов И.С., Студенов В.И. Способ микрохирургического шва сухожилия: Патент РФ на изобретение № 2698439 от 26.08.2019.
10. Amlang M., Christiani P., Heinz P., Zwipp H. Percutaneous technique for Achilles tendon repair with the Dresden Instruments // *Article in German. Unfallchirurg.* 2015 Jul. No. 108 (7). P. 529–536. doi: 10.1007/s00113-005-0938-8
11. Munz G., Poggetti A., Cenci L., et al. Up to five-week delay in primary repair of zone 2 flexor tendon injuries: outcomes and complications // *J Hand Surg Eur.* 2021 Oct. Vol. 46(8). P. 818–824. doi: 10.1177/17531934211024435 Epub 2021 Jun 18.

Впервые при проведении тенорафии был применен безкомпрессионный принцип захвата и удержания сухожилия при помощи игольчатого фиксатора, диаметр игл которого меньше диаметра сухожильных пучков, что позволило минимизировать интраоперационную травму сухожилия. Полученные в ходе эксперимента результаты позволяют говорить о преимуществах оригинальной методики над традиционными способами тенорафии. В сравнении с традиционными методиками удержания сухожилий при использовании тендодержателя сухожилия отличались правильностью формы поперечного сечения, компактностью и упорядоченностью расположения и взаимоотношения сухожильных пучков, сохранностью макромикроанатомической структуры сухожилия и его оболочек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новая техника тенорафии с использованием тендодержателя отличается относительной простотой исполнения, прецизионностью и минимальной травматичностью в отношении сухожилия. Применение тендодержателя обеспечивает возможность безкомпрессионной фиксации концов сухожилия на протяжении всей операции, хорошую свободу манипуляций хирургу, позволяя единой зафиксировав сухожильную культю, перемещать ее в различных направлениях, в зависимости от операционной ситуации.

12. Manegold S., Tsitsilonis S., Schumann J., et al. Functional outcome and complication rate after percutaneous suture of fresh Achilles tendon ruptures with the Dresden instrument // J Orthop Traumatol. 2018 Sep 18. Vol. 19(1). P. 19. doi: 10.1186/s10195-018-0511-1
13. Chmielnicki M., Prokop A., Zwipp H. Percutaneous Suture of the Achilles Tendon with the Dresden Instruments // Article in German. Z Orthop Unfall. 2016 Jun. Vol. 154(3). P. 303–305. doi: 10.1055/s-0042-104513 Epub 2016 Jun 28.
14. Yang B., Liu Y., Kan S., et al. Outcomes and complications of percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon rupture: A meta-analysis // Int J Surg. 2017 Apr. Vol. 40. P. 178–186. doi: 10.1016/j.ijsu.2017.03.021
15. Золотов А.С., Исоков С.Х., Исокова А.Х. Оптимальная игла для шва сухожилий: традиционная режущая или обратно-режущая? Экспериментальное исследование // Травматология и ортопедия России. 2021. Т. 27, № 2. С. 75–80.
16. Зенченко А.В., Чернякова Ю.М. Нерешенные вопросы хирургического восстановления сухожилий сгибателей пальцев кисти // Медицинские новости. 2018. № 7 (286). С. 7–13.
17. Патрикеев Д.В., Иванчук А.В., Зяблов Г.И., Кривошеков Е.П. Устройство для фиксации сухожилия: Патент РФ на полезную модель № 2004120314 от 27.11.2004.

REFERENCES

1. Kilic B., Zekioglu A., Serdar Yücel A. Flexor tendon injuries and treatment results of 67 patients. *Pak J Biol Sci.* 2015 Jan;18(1):32-6. doi: 10.3923/pjbs.2015.32.36
2. Samodai V.G., Magomedov R.M., Magomedov R.M. Hirurgiya povrezhdeniy suhozhiy sgibateley paltsev kisti (obzor literatury) [The surgery of the flexor tendon injuries of hand (literature review). *Kafedra travmatologii i ortopedii – The Department of Traumatology and Orthopedics.* 2021;1(43):42-52 (In Russ.).]
3. Nakonechnyi D.G., Kiseleva A.N. Evolyutsiya hirurgicheskogo shva pri vosstanovlenii povrezhdennykh sukhzhilyy sgibateley paltsev kisti [Evolution of surgical suture in case of repairing the damaged flexor tendons of the fingers]. *Vestnik hirurgii im. I.I. Grekova – I.I. Grekov Bulletin of Surgery.* 2018;177(6):91-95 (In Russ.).
4. Muradov M.I., Mukhammedkerim K.B., Baiguzeva A.A., et al. Meneye travmatichnyye dostupy v mikrokhirurgii travm sukhzhilyy sgibateley paltsev kisti [Less traumatic approaches of flexor tendon injuries of hand fingers in microsurgery]. *Vestnik khirurgii Kazakhstana – Bulletin of Surgery in Kazakhstan.* 2018;3(56):25-28. (In Russ.).
5. Warwick D., Dunn R. Hand Surgery (Oxford Specialist Handbooks Series in Surgery) / Oxford University Press. 2nd Ed. 2018. 736 p.
6. Khor W., Langer M., Wong R., et al. Improving outcomes in tendon repair: A critical look at the evidence for flexor tendon repair and rehabilitation. *Plast Reconstr Surg.* 2016 Dec;138(6):1045e–1058e. doi: 10.1097/PRS.0000000000002769
7. Baranov O.N., Salov I.A., Maslyakov V.V., Korshunova G.A. Mikrohirurgicheskiy shov suhozhiy sgibateley paltsev kisti i perifericheskikh nervov pri ostroy travme [Microsurgical suture of the flexor tendon of the fingers of the hand and peripheral nerves in acute trauma]. *Annaly plasticheskoy, rekonstruktivnoy i esteticheskoy khirurgii – Annals of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery.* 2018;4:55. (In Russ.).
8. Guriyanov A.M., Safronov A.A., Ivlev V.V., Kagan I.I., Kim V.I. Mikrohirurgicheskiy tendoderzhatel dlya vypolneniya suhozhiynogo shva. Patent RF na poleznuyu model №177222 ot 13.02.2018 [Microsurgical tendonholder for fulfilment of tendon suture. Patent RF for useful model No. 177222 dated 13.02.2018] (In Russ.).
9. Guriyanov A.M., Safronov A.A., Kagan I.I., Kim V.I., Ivlev V.V., Roganov D.A., Bogdanov I.S., Studenov V.I. Sposob mikrohirurgicheskogo shva suhozhiy. Patent RF na izobreteniy №2698439 ot 26.08.2019 [Method of microsurgical tendon suture. Patent RF for the invention № 2698439 dated 26.08.2019] (In Russ.).
10. Amlang M., Christiani P., Heinz P., Zwipp H. Percutaneous technique for Achilles tendon repair with the Dresden Instruments. *Article in German. Unfallchirurg.* 2015 Jul;108(7):529-36. doi: 10.1007/s00113-005-0938-8.
11. Munz G., Poggetti A., Cenci L., et al. Up to five-week delay in primary repair of zone 2 flexor tendon injuries: outcomes and complications. *J Hand Surg Eur.* 2021 Oct; 46(8):818-824. doi: 10.1177/17531934211024435 Epub 2021 Jun 18.
12. Manegold S., Tsitsilonis S., Schumann J., et al. Functional outcome and complication rate after percutaneous suture of fresh Achilles tendon ruptures with the Dresden instrument. *J Orthop Traumatol.* 2018 Sep 18;19(1):19. doi: 10.1186/s10195-018-0511-1.
13. Chmielnicki M., Prokop A., Zwipp H. Percutaneous Suture of the Achilles Tendon with the Dresden Instruments. *Article in German. Z Orthop Unfall.* 2016 Jun;154(3):303-305. doi: 10.1055/s-0042-104513 Epub 2016 Jun 28.
14. Yang B., Liu Y., Kan S., et al. Outcomes and complications of percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon rupture: A meta-analysis. *Int J Surg.* 2017 Apr;40:178-186. doi: 10.1016/j.ijsu.2017.03.021
15. Zolotov A.S., Isokov S.Kh., Isokova A.Kh. Optimalnaya igla dlya shva suhozhiy: traditsionnaya rezhushchaya ili obratno-rezhushchaya? Eksperimentalnoye issledovaniye [The Optimal Surgical Needle for Tendon Suture:

- Cutting Edge or Reverse Cutting Edge?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii – Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(2):75-80. (In Russ.).
16. Zinchenko A.V., Chernyakova Yu.M. Nereshennyye voprosy hirurgicheskogo vosstanovleniya sukhzhiliy sgi-bateley paltsev kisti [Unresolved issues of surgical restoration of the flexor tendons of the fingers of the hand]. *Meditsinskiye novosti – Medical news*. 2018;7(286):7-13. (In Russ.).
17. Patrikeev D.V., Ivanchak A.V., Zyablov G.I., Krivoshchekov E.P. Ustroystvo dlya fiksatsii sukhzhiliya: Patent RF na poleznuyu model №2004120314 ot 27.11.2004 [A device for fixing the tendon. RF patent for utility model. Application No. 2004120314/22 dated 07.07.2004] (In Russ.).

Сведения об авторах

Гурьянов Андрей Михайлович ✉ – канд. мед. наук, доцент, зав. кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, д. 6).

<http://orcid.org/0000-0002-8085-3307>

e-mail: guryanna@yandex.ru

Каган Илья Иосифович – д-р мед. наук, профессор кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии им. С.С. Михайлова ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, д. 6).

<http://orcid.org/0000-0002-7723-7300>

e-mail: kaganil@mail.ru

Студенов Владимир Игоревич – ассистент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, д. 6).

<http://orcid.org/0000-0002-0891-3651>

e-mail: dapkap2015@yandex.ru

Ивлев Владислав Васильевич – ассистент кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии им. С.С. Михайлова ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, д. 6).

<http://orcid.org/0000-0003-4903-7974>

e-mail: vladislav.ivleff2017@yandex.ru

Information about the authors

Andrey M. Gurianov ✉, Cand. Med. sci., Associate Professor, head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Orenburg State Medical University (6, Sovetskaya st., Orenburg, 460000, Russia).

<http://orcid.org/0000-0002-8085-3307>

e-mail: guryanna@yandex.ru

Ilya I. Kagan, Dr. Med. sci., Professor, the Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy named after S.S. Mikhailov, Orenburg State Medical University (6, Sovetskaya st., Orenburg, 460000, Russia).

<http://orcid.org/0000-0002-7723-7300>

e-mail: kaganil@mail.ru

Vladimir I. Studenov, Assistant, the Department of Traumatology and Orthopedics, Orenburg State Medical University (6, Sovetskaya st., Orenburg, 460000, Russia).

<http://orcid.org/0000-0002-0891-3651>

e-mail: dapkap2015@yandex.ru

Vladislav V. Ivlev, Assistant, the Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy named after S.S. Mikhailov, Orenburg State Medical University (6, Sovetskaya st., Orenburg, 460000, Russia).

<http://orcid.org/0000-0003-4903-7974>

e-mail: vladislav.ivleff2017@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.02.2022; одобрена после рецензирования 20.03.2022; принята к публикации 25.04.2022
The article was submitted 18.02.2022; approved after reviewing 20.03.2022; accepted for publication 25.04.2022