

Лечение повреждения ахиллова сухожилия. История и современное состояние проблемы

А.М. Файн, А.П. Власов✉, Р.Н. Акимов, Д.А. Кисель, М.П. Лазарев, И.Ю. Мигулева, К.В. Светлов

Отделение неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата
ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»
Российская Федерация, 129090, Москва, Б. Сухаревская пл., д. 3

✉ Контактная информация: Власов Алексей Петрович, научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им Н.В. Склифосовского ДЗМ». Email: VlasoWolga@yandex.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Общая частота разрыва ахиллова сухожилия растет в последнее десятилетие из-за старения населения, растущей распространенности ожирения и увеличения участия в спорте. Разрывы ахиллова сухожилия относятся к часто встречающимся травмам опорно-двигательного аппарата и, по данным разных авторов, составляют 47% от всех разрывов сухожилий и мышц человека, около 18 случаев на 100 тысяч населения в год.

Несмотря на обилие в хирургии различных вариантов сухожильного шва, широкий выбор шовного материала и использование прецизионной техники в реконструкции сухожилий, предложенные способы макроскопической реконструкции сухожильного аппарата не решают проблему несостоятельности сухожильного шва.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на обилие предложенных доступов к ахиллову сухожилию, до сих пор не разработан оптимальный для всех видов повреждений. В настоящее время нет четких рекомендаций по выбору определенного метода лечения разрыва ахиллова сухожилия.

Ключевые слова:

ахиллово сухожилие, пластика ахиллова сухожилия, реконструкция ахиллова сухожилия

Для цитирования

Файн А.М., Власов А.П., Акимов Р.Н., Кисель Д.А., Лазарев М.П., Мигулева И.Ю. и др. Лечение повреждения ахиллова сухожилия. История и современное состояние проблемы. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2022;11(4):655–667. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-11-4-655-667>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

АНФ — аппарат наружной фиксации
АС — ахиллово сухожилие

МРТ — магнитно-резонансная томография

АКТУАЛЬНОСТЬ

Ахиллово сухожилие (АС) — самое сильное и большое сухожилие в организме, но оно также является наиболее часто разрываемым сухожилием. Впервые термин «ахиллово сухожилие» был использован голландским хирургом *ph. Verheijen* в 1693 г. [1]. Общая частота разрыва АС растет в последние десятилетия из-за старения населения, растущей распространенности ожирения, избыточного веса и увеличения участия в спорте [2, 3]. Разрывы АС относятся к часто встречающимся травмам опорно-двигательного аппарата и, по данным разных авторов, составляют 47% от всех разрывов сухожилий и мышц человека, около 18 случаев на 100 тысяч населения в год [4–8].

На амбулаторном этапе не диагностируется от 20 до 58% повреждений пяточного сухожилия (В.И. Карасев, 1960; Т.С. Григорьева, 1961; С.И. Двойников, 1994; Н.А. Корышков, 2012). В большинстве случаев разрывы АС происходят во время занятий спортом (до 88%) [9]. Мужчины в 2–12 раз более склонны к разрыву ахиллова сухожилия, чем женщины [10]. Большую

часть пациентов с этой патологией составляют люди трудоспособного возраста от 30 до 45 лет, получившие травму во время периодических занятий спортом, а также в 60–70 лет. Пациенты старшей возрастной группы получают травму, как правило, при повседневной деятельности, пациенты средней возрастной категории — чаще в результате занятий спортом [11, 12]. Чаще всего разрывы АС возникают в средней трети, а также на 3–6 см проксимальнее места прикрепления пяточной кости, что обусловлено особенностями кровоснабжения [13].

Чаще происходит разрыв левого АС возможно из-за преобладания правшей, левая нижняя конечность у которых является доминантной (прыжковой) [14–16].

Лечение пациентов с разрывами, на первый взгляд, кажется достаточно простым, но исследователи неизменно регистрируют высокую частоту неправильной диагностики разрывов АС и осложнений после консервативного и оперативного лечения, которые весьма существенно ухудшают качество жизни пациентов

и зачастую не позволяют вернуться к тому уровню физической активности, который был до травмы. При этом консервативному и оперативному лечению свойственны разные осложнения — основным недостатком оперативного лечения является высокий риск инфекционных осложнений, а консервативного — высокий риск повторных разрывов (реруптур) [17].

Несмотря на обилие в хирургии различных вариантов сухожильного шва, широкий выбор шовного материала и использование прецизионной техники в реконструкции сухожилий, предложенные способы макроскопической реконструкции сухожильного аппарата не решают проблему несостоятельности сухожильного шва.

В публикациях последних лет продолжает звучать неудовлетворенность хирургов результатами реконструктивных операций с использованием традиционных методик, продолжают поиски менее травматичных приемов восстановления АС при сохранении достаточной прочности и точности сопоставления концов сухожилия (Корнилов Н.В., 2006).

Цель проведенного анализа специальной литературы — обобщить имеющиеся сведения о современных методах лечения повреждения АС.

Критерии отбора литературы. Поиск источников проводили в открытых электронных базах научной литературы *PubMed* и *eLibrary*. Для поиска использовали ключевые слова: *achilles tendon injuries, allograft, autograft, chronic Achilles tendon rupture* и соответствующие им термины на русском языке. Глубина поиска — 20 лет. Для поведения анализа и оценки литературных данных были определены критерии включений источников в аналитическое исследование.

Критерием включения источников в исследование являлось наличие полного или структурированного текста статьи с указанием конкретных количественных данных реферата.

Критерий исключения: клинические примеры, тезисы докладов, неопубликованные работы, исследования, имеющие признаки дублирования (схожий протокол исследования, группы, число пациентов и др.) в случае обнаружения дублирующих статей выбирали более поздний по дате публикации источник.

ИСТОРИЯ

Впервые разрыв АС был описан Гиппократом [17, 18]. *Ambroise Pare* первым описал реруптуру АС, а в 1736 году *Jean Louis Petit* (1674–1750) описал 3 случая разрыва АС, один из которых был билатеральным. Считается, что оперативное лечение по поводу разрыва АС впервые было предложено французским хирургом *Gustave Polaillon* в 1888 году [19].

В отечественной медицине сведения об АС были представлены в работе знаменитого русского хирурга Н.И. Пирогова: «О перерезке ахиллова сухожилия в качестве оперативно-ортопедического средства» (1840). В России об удачных исходах оперативного лечения этого повреждения впервые указали Смирягин М. (1902) и Острянский А.М. (1907) [20, 21]. Однако до середины XX века лечение оставалось преимущественно консервативным. В 1929 году *Qenu* и *Stoianovitch* провели первое исследование, посвященное сравнению результатов консервативного и оперативного лечения, результаты которого были опубликованы [22]. Эта работа стала началом противостоя-

ния оперативного и консервативного методов лечения повреждения АС, которое продолжается и по сей день.

В 1939 году *Kager* описал локальную топографическую анатомию АС [23].

С середины XX века частота этой травмы стала увеличиваться, что связывали с влиянием цивилизации, массовым увлечением спортом, изменениями характера питания и другими факторами [22–25]. В 1950-х годах активный интерес к лечению пациентов с разрывами АС проявляли и отечественные авторы: Чернавский В.А., Никитин Г.Д., Приоров Н.Н., Добровольский В.Д., Кураченкова А.А., Калнберз В.К., Яунзиме И.В., Путилин А.А., Амосова Н.Р. и др. [26–29]. Позже их работу продолжили Ткаченко С.С., Миронова З.С., Лысковец-Чернецкая Л.Е. и многие другие.

Основу современной тенденции оперативного лечения разрывов АС создали работы скандинавских хирургов *Arner O.* и *Lindholm A.*, которые в 1958–60 годах изложили этиопатогенез и механизм повреждения АС. Исходя из данных о функциональных исходах, авторы отдали предпочтение оперативному восстановлению сухожилия [30, 31].

В последующем оперативное лечение завоевало популярность среди хирургов, которые предлагали различные способы сшивания сухожилия [26, 30, 32–35], несвободной аутопластики [36–41], свободной аутопластики [28, 42–45], аллопластики [19, 40, 43, 46] и протезирования [36, 47–54].

При этом по-прежнему существовал лагерь приверженцев консервативного лечения [55, 56]. В 70–80-е годы дискуссия между сторонниками хирургического и нехирургического лечения продолжалась. Защитники консервативного лечения ссылались на высокую частоту осложнений оперативного лечения, экономичность и удовлетворительные исходы неоперативной методики.

Приверженцы хирургического метода указывали на большое количество повторных разрывов после консервативного лечения. Логичный компромисс между оперативным и консервативным методами лечения находится в малоинвазивных хирургических методиках. Так, в 1977 году американские хирурги *Ma G.W.C.* и *Griffith T.G.* сообщили о хороших результатах лечения свежих разрывов АС чрескожным погружным сухожильным швом [57]. Их идея нашла продолжение в модификациях некоторых отечественных хирургов [58, 59].

К концу 80-х годов накопленный опыт, экспериментально-клинические данные позволили большинству хирургов склониться в пользу оперативного лечения. В качестве альтернативы при лечении больных пожилого возраста, а также при наличии противопоказаний к анестезии и операции допускали консервативный метод лечения [60, 61].

Совершенствование хирургического лечения характеризовалось поиском наиболее щадящих способов анестезии [62], малотравматичных и функционально-выгодных разрезов [23, 44], простых и надежных методик соединения сухожильных концов и восстановления сухожильного футляра [63, 64].

ЭТИОЛОГИЯ

В настоящее время разными исследователями предложено несколько теорий, при которых происхо-

дят повреждения АС, которые дополняют друг друга. Выделяют четыре основных теории: дегенеративную, механическую, гипертермическую и генетическую [4, 5].

К основным факторам, приводящим к разрыву АС, относят: внезапное форсированное подошвенное сгибание стопы, прямую травму, а также длительную тендинопатию или внутренние дегенеративные изменения, плохую физическую подготовку перед тренировкой, длительный прием кортикостероидов, перенапряжение и прием антибиотиков.

Виды спорта, которые часто связаны с разрывом АС, включают дайвинг, теннис, баскетбол и бег. Разрыв АС обычно происходит примерно на 2–4 см выше пяточно-прикрепления сухожилия. У правой чаще возникает разрыв левого АС, и наоборот. Физиологическое старение сухожильной ткани обусловлено закономерным снижением кровотока в АС с увеличением возраста. Большинство исследователей отмечают уменьшение кровотока после 30 лет. Особенно подвержены возрастным изменениям сосуды, проходящие продольно в сухожильной ткани — после 40-летнего возраста кровоток в сухожилии осуществляется в основном через поперечно направленные сосуды паратенона [65]. Несмотря на обилие исследовательских работ, точная этиология разрыва АС до сих пор неясна [1, 6, 16], точно также отсутствует единое мнение о тактике лечения разрывов АС.

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ

Ахиллово (пяточное) сухожилие — это общее сухожилие *m.gastrocnemius* и *m.soleus*. Проксимально части сухожилия достаточно четко различимы, сухожилие *m.gastrocnemius* начинается как широкий апоневроз от дистальной части мышечного брюшка, а сухожилие *m.soleus* в виде полосы проксимально по задней поверхности мышцы. Длина компонента *gastrocnemius* колеблется от 11 до 26 см, а *soleus* — 3–11 см. Дистально АС становится все более округлым на поперечных разрезах вплоть до уровня на 4 см проксимальнее прикрепления к пяточной кости, где оно имеет наименьшую толщину (площадь около 0,8–1,4 см²), а затем несколько расширяется и веерообразно крепится к пяточной кости.

Основополагающим фактором в патогенезе разрыва АС является сосудистая теория [1, 2, 9]. Авакулярность и гипоксия считаются важными факторами в этиологии дегенерации сухожилия [1, 2, 4, 5, 12]. Основную перфузию сухожилия осуществляют сосуды паратенона, которые в свою очередь являются ветвями задней большеберцовой и малоберцовой артерий. Внутрисухожильная сосудистая сеть в слое эндотенона плотно анастомозирует с сосудистой сетью паратенона [2, 13, 65]. Питание проксимальной трети АС на уровне 7–9 см выше пяточной кости осуществляется мышечными ветвями задней большеберцовой артерии [9] (рис. 1).

Питание средней трети сухожилия на 3–6 см выше места прикрепления пяточной кости осуществляется ветвями малоберцовой артерии. Соответственно АС в его средней трети гиповакулярно и подвержено наибольшему риску спонтанного разрыва после повторяющихся микротравм [3, 4, 6] (рис. 2).

ДИАГНОСТИКА

Диагноз острого разрыва АС прежде всего основывается на тщательном сборе анамнеза и физикаль-

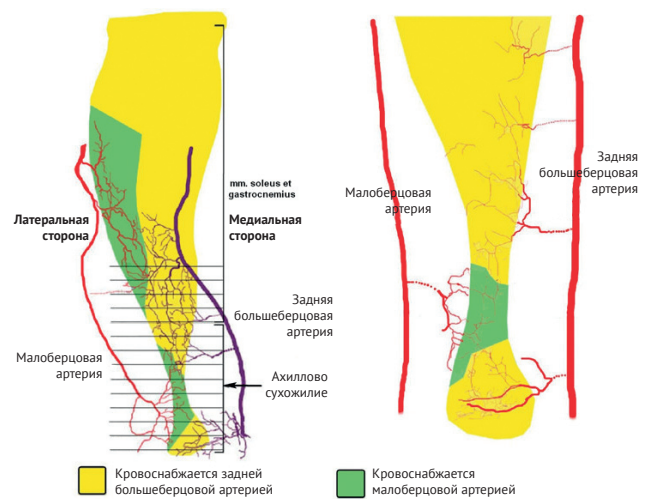


Рис. 1. Кровоснабжение ахиллова сухожилия (Lagergren C., and Lindholm Å.: Vascular distribution in the Achilles tendon. An angiographic and microangiographic study. *Acta Chir. Scandinavica*, 116: 491496, 1958–1959)

Fig. 1. Vascular distribution in the Achilles tendon. (Lagergren C., and Lindholm Å.: Vascular distribution in the Achilles tendon. An angiographic and microangiographic study. *Acta Chir. Scandinavica*, 116:491496,1958–1959)

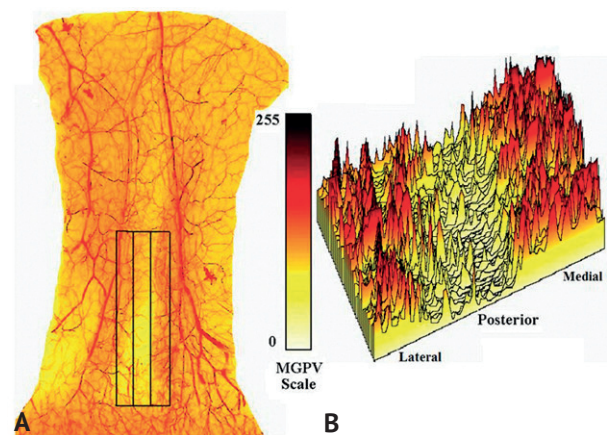


Рис. 2. Особенности кровоснабжения области ахиллова сухожилия (Masquelet AC, Romana MC, Wolf MD. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg.* 1992;89:1115–1121). А — гистологическая оценка плотности сосудистого русла в области ахиллова сухожилия; В — перфузия покровных тканей вокруг ахиллова сухожилия

Fig. 2. Features of the blood supply to the Achilles tendon region (Masquelet AC, Romana MC, Wolf MD. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg.* 1992;89:1115–1121). А — Histological assessment of the density of the vascular bed in the Achilles tendon area; В — Perfusion of integumentary tissues around the Achilles tendon

ном обследовании. Как правило, диагностика подкожного повреждения АС не представляет трудностей. Существенную помощь в диагностике оказывает магнитно-резонансная томография (МРТ) или ультразвуковое исследование (рис. 3). Данные исследования эффективны для определения местоположения разрыва, зазора между разорванными концами сухожилия и частичного/полного разрыва [13]. На стадии предразрыва (тендопатии) существенную помощь оказывает МРТ [66, 67].

ЛЕЧЕНИЕ

Хирургическое лечение при повреждении АС требует аккуратного и бережного обращения не только с волокнами сухожилия, но и с окружающими его мягкими тканями для достижения оптимального заживления и функции. Несмотря на поверхностное анатомическое расположение, магистральные сосудисто-нервные пучки расположены в непосредственной близости к АС. Кровоснабжение АС состоит из множества мелких сосудов (капилляры, прекапилляры), требует очень деликатной операционной техники, чтобы предотвратить проблемы с заживлением послеоперационных ран. С другой стороны, поврежденная ткань АС часто разволокнена, что затрудняет ее сшивание или пластику. Наконец, операция на АС значительно влияет на дальнейшую функцию голеностопного сустава, где даже небольшие изменения приводят к нарушению статики и нормальной походки.

В настоящее время существует большое количество методик оперативного лечения свежих и застарелых повреждений АС, однако до сих пор нет единого мнения о том, какая из них проще в исполнении и является универсальной [68, 69]. (рис. 4). Все они разделяются в зависимости от сроков повреждения на консервативные и оперативные, которые делятся на закрытые (способ по Гиршину) и открытые вмешательства. Отдельно выделяют лечение с помощью аппарата наружной фиксации (АНФ). Все они имеют свои преимущества и недостатки. Некоторые хирурги являются сторонниками операции, а другие считают, что риск осложнений не оправдан и предпочитают консервативное лечение. В настоящее время ведутся разработки эндоскопических методик сшивания АС.

Консервативное лечение возможно только в тех случаях, когда оно начато в течение первых суток после травмы, так как только на ранних сроках удается достичь сопоставления концов поврежденного сухожилия. В нашей стране консервативный метод лечения использовали многие хирурги: Ткаченко С.С. и Лысковец-Чернецкая Л.Е. (1974). Однако популярен этот способ лечения и за рубежом, где его исследовали *Fruensgaard S. et al.* (1992) [68, 70]. Наиболее распространенным способом консервативного лечения свежих разрывов АС является иммобилизация в эквинусном положении на 6–8-й неделе [68, 71].

Преимуществом консервативного лечения является отсутствие инвазивности (нет нагноений, некрозов кожи, лигатурных свищей, невритов подкожных нервов). Однако, по мнению ряда авторов, консервативные способы не исключают высокий риск повторных разрывов. По данным разных авторов, частота реруптур при консервативном лечении достигает 35% [14, 15, 69, 70]. Согласно статистике европейских стран, у оперированных пациентов повторный разрыв происходит в 3% случаев, а у неоперированных — в 13% [66, 71]. Консервативный метод скорее более подходит малоактивным и пожилым пациентам, среди которых риск послеоперационных осложнений выше, а недостатками являются длительная иммобилизация конечности, риск развития рецидива [72].

Большинство пациентов можно эффективно лечить с помощью закрытого чрескожного метода при остром разрыве АС и достичь удовлетворительного эффекта после реабилитации. Способ по Гиршину (чрескожный) имеет больше преимуществ по сравнению с другими оперативными методиками (малая инвазивность),

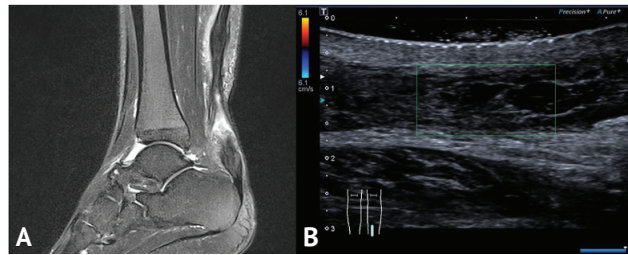


Рис. 3. Предоперационная визуализация, показывающая хронический разрыв ахиллова сухожилия: (А) магнитно-резонансная томография и (В) ультразвук. Зеленая рамка показывает, что ахиллово сухожилие срослось с окружающими мягкими тканями, проксимальная культя сократилась, дефект составлял около 60 мм, полное отсутствие совместных движений дистальной и проксимальной культы

Fig. 3. Preoperative imaging showing chronic Achilles tendon rupture: (A) magnetic resonance imaging and (B) ultrasound. The green frame shows that the Achilles tendon has fused with the surrounding soft tissues, the proximal stump has contracted, the defect was about 60 mm, complete absence of joint movements of the distal and proximal stumps

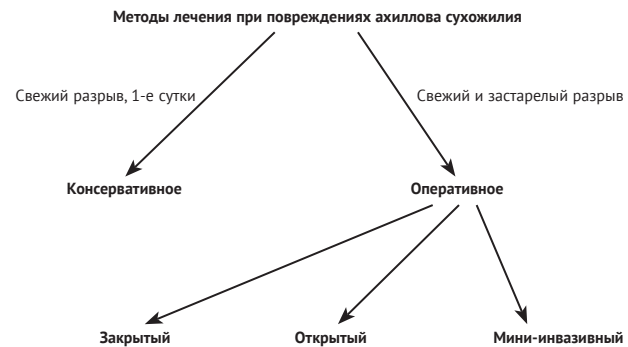


Рис. 4. Лечение при повреждениях ахиллова сухожилия
Fig. 4. Treatment for Achilles tendon injuries

но его применение требует высокой квалификации врача.

Существуют различные способы чрескожного шва пяточного сухожилия, при которых идет минимальная травматизация кожных покровов и скользящего аппарата сухожилия, обеспечивающие быстрое неосложненное заживление кожных покровов и не нарушающие слабое кровоснабжение АС. Первым примером их реализации явилась работа американских хирургов *Ma G.W.C.* и *Griffith T.G.* (1977), которые разработали и применили методику чрескожного погружного сухожильного шва (Грицок А.А., Середа А.П., 2010).

Отечественные хирурги Гиршин С.Г. и Цыпин И.С. (1981) предложили использовать аналогичным образом шов Кюнео (Корнилов Н.В., 2005) [63, 73, 74]. Однако при этих способах нет гарантии точного и прочного сопоставления фрагментов разорванного АС, нередко происходит прорезывание нити через дистрофически измененный дистальный конец АС (Лосев И.И. и соавт., 2010). *Klein et al.* (1991) отметили прошивание *n. suralis* в 13% случаев. Учитывая ряд существенных недостатков, *Bradley J.P. et al.* (1990) отмечают, что при высоких спортивных запросах пациента методом выбора будут являться открытые операции на сухожилии [74]. Несмотря на многообразие предложенных сухожильных швов, на протяжении

многих десятилетий широко распространены далеко не все из них. В большинстве случаев используют шов по Кюнео или по Кракову с последующей дополнительной адаптацией концов сухожилия. Чем большая часть шовного материала погружена в ткань сухожилия, тем прочнее шов. Однако нарушается кровообращение и снижаются биомеханические свойства сухожилия [21, 29, 42, 75, 76].

Открытое вмешательство на сухожилии позволяет в большинстве случаев достичь надежной адаптации концов сухожилия и уменьшить риск повторных разрывов за счет образования соединительной ткани. Наряду с преимуществами для открытого оперативного вмешательства на сухожилии характерны и недостатки: плохое заживление послеоперационной раны, инфекционные осложнения, грубый послеоперационный рубец, нарушающий скольжение сухожилия [50,77]. При оперативном методе лечения открытым способом применяют в основном латеральный околосухожильный доступ, который впервые был применен *Abraham E.* в 1975 году [28]. В 1973 году *Goldwyn R.M. et al.*, а также позднее в 2003 году *Green S.M. и Briggs P.J.* [47, 48] были предложены соответственно S- или Z-образные доступы, которые отвечали физиологическим требованиям заживления раны в данной области (рис. 5).

Доступ к сухожилию лучше выполнять по медиальной стороне для снижения вероятности повреждения кожного нерва, снабжающего латеральную часть стопы и несущего вегетативные волокна [77].

Данные доступы в настоящее время являются основными. Продольный доступ не рекомендуется по данным литературы, хотя иногда применяется на практике. Продольные доступы в большинстве случаев приводят к натяжению краев раны и значительно увеличивают риск краевых некрозов, согласно данным *Зулкарнеева Р.А. и соавт.* (1989), достаточно часто образуется гипертрофический кожный рубец [22, 30, 51, 59, 72].

После оперативного доступа производят сшивание поврежденного сухожилия конец в конец с помощью одного из вариантов сухожильных швов [72].

После выделения культи сухожилия и эвакуации гематомы приступают к восстановлению целостности сухожилия. Функционально полноценное восстановление сухожилия предусматривает сохранение его эластичности и упругости [21, 46]. Определенные требования имеют место при сшивании поврежденных концов сухожилия: концы сухожилия должны быть соединены с максимальной прочностью, а также сохранено достаточное кровоснабжение краев сухожилия [72].

Так, при значительном натяжении сухожилия во время сшивания это может привести в последующем (при выведении стопы в правильное положение) к несостоятельности сухожильных швов либо к сохранению эквинусного положения стопы. К сожалению, шовные нити не только удерживают концы сухожилия в контакте, но и могут сдавливать внутрисухожильные сосуды, изменять внутритканевое давление, нарушать ориентацию регенерирующих волокон, вызывать продуктивное воспаление и усиливать образование спаек, а также служить источником развития инфекции [11, 13, 20, 38, 49, 55].

Ряд авторов считают, что через 3–4 недели сухожильный шов становится ненужным, так как концы сухожилия уже удерживаются молодой рубцовой тка-

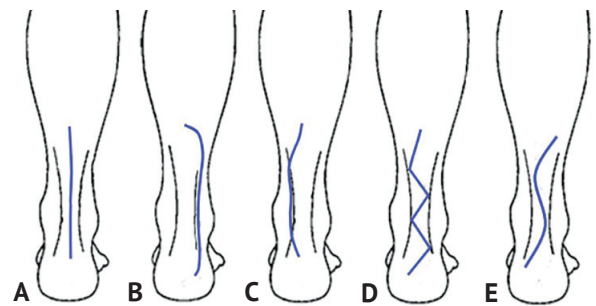


Рис. 5. Доступы, применяемые для шва ахиллова сухожилия: А — линейный; В — латеральный околосухожильный; С — изогнутый медиальный околосухожильный по *E. Abraham* и *A. Pankovich* [17]; D — зигзагообразный; E — S-образный по *Inglis* и *Sculco* [18] (Хирургическое лечение разрывов ахиллова сухожилия : автореферат дис. ... доктора медицинских наук: / Серeda Андрей Петрович; - Москва, 2014. - 47 с.)

Fig. 5. Accesses used for the suture of the Achilles tendon: A — linear; B — lateral paratendinous; C — the *E. Abraham* and *A. Pankovich* curved medial parotendinous [17]; D — zigzag fashion; E — the *Inglis* and *Sculco* S-shaped [18]. (Khirurgicheskoye lecheniye razryvov akhillova sukhozhiilya : avtoreferat dis. ... doktora meditsinskikh nauk : / Sereda Andrey Petrovich; - Moskva, 2014. - 47 s)

ню [15, 19, 43, 49, 53], а удаление нити из сухожилия в этот период будет только способствовать правильному распределению сил натяжения и, следовательно, ремоделированию рубца. Поэтому многие хирурги отдают предпочтение съемному проволочному шву *Bunnell* [21, 29, 68].

Всего известно около ста видов сухожильных швов, причем практически все они могут использоваться для сшивания АС. Серeda А.П. предлагает классифицировать сухожильные швы следующим образом:

- По количеству нитей, пересекающих место разрыва: двух-, четырех-, шестижильные, парно жильные и т.д., с использованием блок-петель в месте разрыва;
- По количеству узлов (количеству связываемых нитей), при завязывании которых сопоставляются разорванные концы сухожилия: одно-, двух-, трех-, четырехузловые;
- По месту расположения стягивающих узлов: вне места разрыва, в месте разрыва, комбинированные;
- По расположению нитей (направлению векторов сил) относительно оси сухожилия: преимущественно параллельное (недеформирующие сухожильные волокна), крестообразное или косое прохождение нитей (деформирующее сухожильные волокна), с сопоставлением концов сухожилия не конец-в-конец (по Пульвертафту, спиральные швы);
- По преобладающему месту расположения нитей: на поверхности сухожилия (обвивные, матрацные, зигзагообразные), погружные, периферические (эпitenдиозные), комбинированные;
- По расположению нитей на поперечном срезе сухожилия: одноплоскостные, многоплоскостные (располагающиеся в разных секторах поперечного среза);
- По методу фиксации: истинно сухожильные, с фиксацией к кости (чрескостный канал, якорный фиксатор), гарпунные;
- По варианту прошивания проксимальной и дистальной культи сухожилия: зеркальные (культи прошиваются одинаково), асимметричные (культи прошиваются по-разному);

— По биомеханическому предназначению: несущие нагрузку (ствольные швы) и адаптирующие (эпитенди-нозные, разновидности шва Клейнерта).

Несмотря на многообразие предложенных сухожильных швов, на протяжении многих десятилетий широко распространены далеко не все из них. В большинстве случаев используют шов по Кюнео или по Кракову с последующей дополнительной адаптацией концов сухожилия. Чем большая часть шовного материала погружена в ткань сухожилия, тем прочнее шов. Однако нарушается кровообращение и снижаются биомеханические свойства сухожилия [21, 29, 42].

Оперативное лечение открытым доступом по данным *Nyussönen T. et al.* заключается в наложении шва сухожилия конец в конец в различных модификациях (по Кюнео, по Кракову, по Казакову и др.) без использования трансплантата (2003). Другой точки зрения придерживается *Leitner A.* (1992) при работе с застарелыми разрывами при большом диастазе между поврежденными фрагментами сухожилия, применение трансплантата является методом выбора, что подтверждает работа *Mayer L. et al.* (1956).

В целом следует отметить, что открытое оперативное восстановление сухожилия позволяет в большинстве случаев достичь надежной адаптации концов сухожилия и обеспечивает низкий процент повторных разрывов [37, 39, 58, 74].

Однако произведение доступа в зоне со слабым кровоснабжением предрасполагает к возникновению осложнений прежде всего со стороны заживления кожной раны. Так, *Arner* и *Lindholm*, 1959, в серии из 86 оперированных больных отмечают 24% осложнений, включая 2 случая тромбоза глубоких вен голени, один из которых привел к смерти в результате тромбоэмболии легочной артерии; а также 3 случая глубокой раневой инфекции; 11 случаев некроза кожных покровов и 4 случая повторных разрывов. Современные исследования сообщают о меньшем уровне осложнений, однако проблема заживления кожной раны остается актуальной [36, 38, 77].

Лечение хронического разрыва АС отличается от лечения острого разрыва АС (рис. 6). Хронический разрыв АС диагностируется, если разрыв происходит в течение 4–6 недель после травмы (неправильный диагноз или отсутствие эффективного лечения) [72] (см. рис. 6). Причиной повторных разрывов пяточного сухожилия является дегенеративное изменение, что приводит к прорезыванию швов в период реабилитации (Ключевский В.В., 1999; *Cretnik A.*, 2000; *Pajala A.* 2007; *Bertelli R.* 2009; *Родоманова Л.А.* 2010; *Kauwe M.*, 2017).

К клиническим проявлениям хронического разрыва АС относят: хроническую боль, хромоту и слабый подъем заднего отдела стопы или его отсутствие. Это серьезно влияет на повседневную жизнь таких пациентов. При хроническом разрыве АС происходит укорочение концов сухожилий, что приводит к образованию рубцовой ткани. Рубцовая ткань не является нормальным волокном сухожилия и может привести к ограничению функции в голеностопном суставе и нарушению походки [35, 56, 78], поэтому необходимо полное ее иссечение. Однако после иссечения рубцовой ткани образуется дефект (более 2 см), который трудно устранить чрескожным способом [66, 78]. Восстановление достаточной длины и натяжения АС жизненно важно для функции нижней конечности.

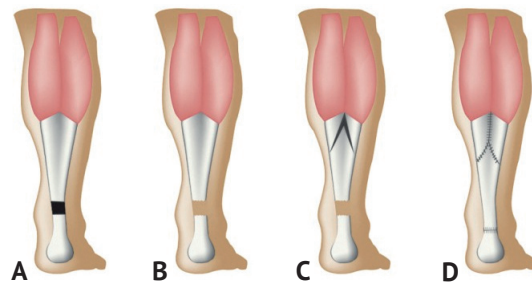


Рис. 6. Хирургические схемы пластики сухожилия V-Y. A — хронический разрыв ахиллова сухожилия с рубцовой тканью; B — иссечение рубцовой ткани между фрагментами поврежденного сухожилия; C — дизайн V-образной пластики; D — анастомоз «конец в конец» наложен швом «Y»
 Fig. 6. Surgical diagrams of V-Y tendon plasty. A — chronic rupture of the Achilles tendon with scar tissue; B — excision of scar tissue between the fragments of the damaged tendon; C — V-shaped flap design; D — end-to-end anastomosis with “Y” suture

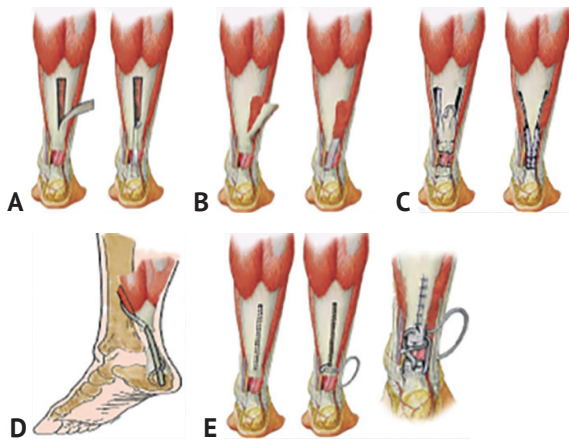


Рис. 7. Оперативное лечение ахиллова сухожилия, замещение дефекта пяточного сухожилия лоскутом из проксимального фрагмента. A — пластика по Краснову; B — пластика по Никитину; C — пластика по Lindholm; D — транспозиция FHL; E — пластика по Bosworth
 Fig. 7. Surgical treatment for the Achilles tendon ruptures, calcaneal tendon defect repair with a flap from the proximal fragment. A — the Krasnov surgical technique; B — the Nikitin surgical technique; C — the Lindholm surgical technique; D — FHL tendon transfer; E — the Bosworth surgical technique

Выполнить реконструкцию хронических разрывов АС очень сложно. Поэтому лечение хронических разрывов АС часто является проблемой для хирургов-ортопедов.

В настоящее время нет общепризнанной стратегии хирургического лечения хронического разрыва АС. Иногда среди множества предложенных методов сложно выбрать наиболее оптимальный. Были предложены различные методы лечения для достижения желаемых результатов при застарелых разрывах, такие как V-Y-пластика сухожилия (рис. 7), пластика АС по Чернявскому (рис. 8), Краснову, Никитину, *Lindholm*, *Bosworth*, *Mangini*, *Ducroquet* и *Lescoeur*, транспозиция *FHL* и др. (см. рис. 3), откидной лоскут фасциальной икроножной мышцы, перенос сухожилия (сухожилия длинного сгибателя большого пальца и сухожилия длинного сгибателя пальцев), реконструкция аллотрансплантатом, реконструкция аутооттрансплантатом (трансплантат сухожилия полусухожильной мышцы [10, 79], малоберцовая мышца и длинная малобер-

цовая мышца [11], синтетическим трансплантатом (усиленная система) [81], биоабсорбируемый синтетический трансплантат [63] и увеличение биологического матрикса [14]. Реконструкция дефекта АС сложна, поэтому не существует стандартного метода лечения хронического разрыва, особенно при больших дефектах [15, 81].

Одним из методов оперативного лечения застарелых повреждений АС является V-Y-удлинение со сшиванием конец-в-конец (рис. 6). Этот способ был впервые предложен и использован в 1975 году и до сих пор широко применяется за рубежом [10, 66]. В России популярность этого метода невысока. В нашей стране широко распространена пластика АС по В.А. Чернавскому [31], несмотря на ряд описанных отрицательных параметров и предложенных новых способов [31, 33, 50, 76, 82].

Техника операции при пластике АС по Чернавскому заключается в следующем: из апоневроза трехглавой мышцы голени выкраивают лоскут на дистально расположенном основании, перемещают его на дистальный конец сухожилия и подшивают поверхностно либо внедряя в надсеченную поверхность сухожилия (рис. 8).

Передняя поверхность АС может быть дополнительно укреплена сухожилием подошвенной мышцы. Исключительно важный момент после пластики провести оценку степени кровообращения кожного лоскута над АС. При невозможности укрытия АС местными тканями методом выбора становится пересадка свободного реvascularизированного кожно-фасциального лоскута в область дефекта (Белоусов и др.)

При дефекте АС вместе с кожными покровами возможны два основных варианта пластики:

1. Некровоснабжаемыми сухожильными (фасциальными) трансплантатами с закрытием дефекта кожи кожно-фасциальным лоскутом.
2. Пластика дефектов АС кровоснабжаемым трансплантатом (рис. 9).

Методика, основанная на применении АНФ, отличается малой инвазивностью, низкой частотой повторных разрывов и наличием регулируемой иммобилизации с возможностью устранения диастаза АС. Недостатки — массивность конструкции и более длительная иммобилизация, чем при открытых оперативных вмешательствах.

Таким образом, среди недостатков оперативного лечения главным образом можно выделить формирование обширных спаек и рубцов в зоне хирургического вмешательства, что, в свою очередь, приводит к удлинению сроков иммобилизации и возможным осложнениям. Развитие малоинвазивных хирургических методик в свою очередь является компромиссным между оперативным и консервативным методами лечения.

За последние годы в лечении травм большую популярность приобрели малоинвазивные технологии в оперативной хирургии разрывов АС. Это более щадящий подход для пациента по сравнению с открытым способом лечения, значительно улучшает результат операции, снижает риск послеоперационных осложнений, сокращает время пребывания в стационаре и реабилитации. Метод позволяет пациенту в более короткие сроки вернуться к обычному образу жизни, также возможны ранняя нагрузка на конечность, ранняя разработка движений в суставе [64, 76].

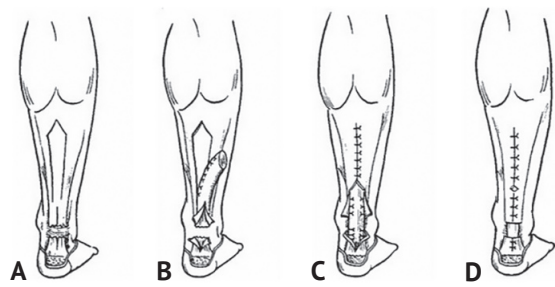


Рис. 8. Техника операции при пластике ахиллова сухожилия по Чернавскому

Fig. 8. The Chernavsky technique for Achilles tendon reconstruction

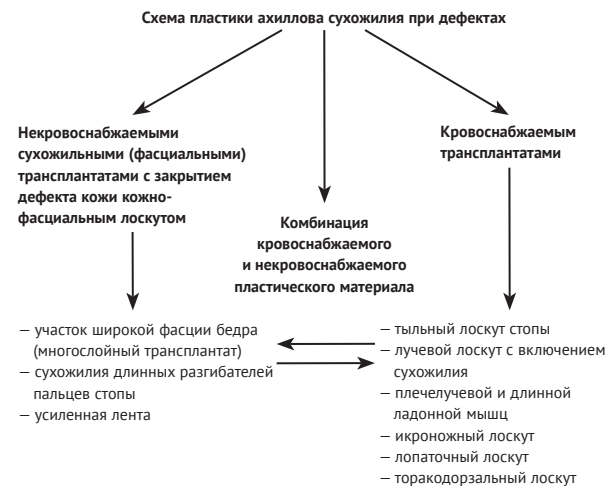


Рис. 9. Схема пластики ахиллова сухожилия при дефектах

Fig. 9. Reconstruction of Achilles region defects

Современные виды оперативного лечения включают такие техники по реконструкции АС как сшивание сухожилия через отдельные проколы кожи, перкутанная сшивающая техника, использование системы “Ahillon”, использование армированных сверхэластичных имплантатов из никелида титана, применение эндоскопической техники, артроскопия и пр. [34, 76].

Используются специальные направители для чрескожного шва, разрабатываются эндоскопические методики [33, 34, 49]. Методика мини-инвазивного открытого доступа впервые была разработана группой швейцарских хирургов под руководством *Mathieu Assal*, для минимизации таких осложнений, как послеоперационная раневая инфекция при открытом доступе и повреждение суррального нерва при чрескожной технике [34].

Техника операции: над местом разрыва делается небольшой разрез кожи, и подкожная мягкая ткань тупо отводится. Для мини-инвазивной открытой техники необходимы дополнительные инструменты (оригинальный направитель для чрескожного шва АС — *Achillon® System™*). Инструмент вводят через разрез под паратеноном, и шов проходит от наружного проводника через кожу в сухожилие и наружу на противоположную сторону. Обычно три шва проходят через проксимальный и дистальный концы сухожилия. Устройство и шов вытаскивают для наложения разорванных концов сухожилия, и швы завязывают над

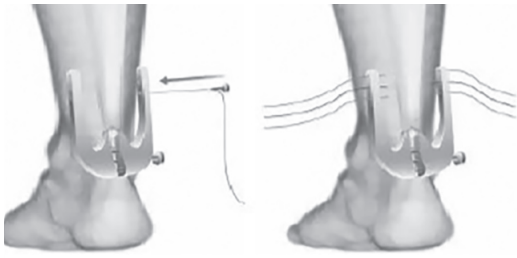


Рис. 10. Использование системы “Ahillon” при повреждении ахиллова сухожилия
Fig. 10. Use of the Achillon device to treat Achilles tendon ruptures

лодыжкой в подошвенно-согнутом положении стопы (рис. 10).

Чрескожный доступ с помощью мини-открытой техники по сравнению с открытой репарацией приводит к снижению частоты осложнений раны и улучшает косметический внешний вид. Однако общая частота осложнений существенно не отличается между мини-открытым, чрескожным и открытым оперативными техниками. На этом фоне литературные данные по применению микрохирургической техники в реконструкции сухожилий конечностей остаются немногочисленными [65, 67].

Общепринятым среди современных хирургов является дополнение основного сухожильного шва микрохирургическим адаптирующим эпитединозным, который улучшает адаптацию концов сухожилия и увеличивает прочность его соединения [32, 57]. Наряду с этим работы, в которых с помощью микрохирургической техники выполнялись бы внутривольные швы АС, нами не обнаружены. Во многом это связано с отсутствием микроанатомического обоснования того или иного способа сухожильного шва, дифференцированного подхода в зависимости от уровня

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Klenerman L. The early history of tendo achillis and its rupture. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(4):545–547. PMID: 17463129 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.89B4.18978>
- Huttunen TT, Kannus P, Rolf C, Fellander-Tsai L, Mattila VM. Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am J Sports Med.* 2014;42(10):2419–2423. PMID: 25056989 <https://doi.org/10.1177/0363546514540599>
- Lantto I, Heikkinen J, Flinkkila T, Ohtonen P, Leppilahti J. Epidemiology of Achilles tendon ruptures: increasing incidence over a 33-year period. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(1):e133–e138. PMID: 24862178 <https://doi.org/10.1111/sms.12253>
- Raikin SM, Garras DN, Krapchev PV. Achilles tendon injuries in a United States population. *Foot Ankle Int.* 2013;34(4):475–480. PMID: 23386750 <https://doi.org/10.1177/1071100713477621>
- Longo UG, Ronga M, Maffulli N. A cute ruptures of the achilles tendon. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2009;17(2):127–138. PMID: 19440140 <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181a5d767>
- Lo IK, Kirkley A, Nonweiler B, Kumbhare DA. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a quantitative review. *Clin J Sport Med.* 1997;7(3):207–211. PMID: 9262889 <https://doi.org/10.1097/00042752-199707000-00010>
- Lynn TA. Repair of the torn achilles tendon, using the plantaris tendon as a reinforcing membrane. *J Bone Joint Surg Am.* 1966;48(2):268–272. PMID: 5932912
- Costa ML, MacMillan K, Halliday D, Chester R, Shepstone L, Robinson AH, et al. Randomised controlled trials of immediate weight-bearing mobilisation for rupture of the tendoAchillis. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(1):69–77. PMID: 16365124 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B1.16549>
- Гурьянов А.М., Сафронов А.А., Захаров В.В., Кандалов А.А., Лапынин А.И., Чекушкин А.В. К вопросу о хирургическом лечении повреждений сухожильного аппарата конечностей. *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2015;3(178):192–198.
- Movin T, Ryberg A, McBride DJ, Maffulli N. Acute rupture of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(2):331–356. PMID: 15922923 <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2005.01.003>
- Dumbre Patil SS, Dumbre Patil VS, Basa VR, Dombale AB. Semitendinosus tendon autograft for reconstruction of large defects in chronic achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int.* 2014;35(7):699–705. PMID: 24722009 <https://doi.org/10.1177/1071100714531228>
- Сергеев С.В., Коловертнов Д.Е., Джоджуа А.В., Невзоров А.М., Семенова Л.А. Эндопротезирование ахиллова сухожилия. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова.* 2010;5(4):65–72.
- Lagergren C, Lindholm A. Vascular distribution in the Achilles tendon. An angiographic and microangiographic study. *Acta Chir Scand.* 1959;116(5–6):491–495. PMID: 13660718 ПОВТОР №46
- Maffulli N, Dymond NP, Regine R. Surgical repair of ruptured Achilles tendon in sportsmen and sedentary patients: a longitudinal ultrasound assessment. *Int J Sports Med.* 1990;11(1):78–84. PMID: 2180833 <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024767>
- Ecker TM, Bremer AK, Krause FG, Müller T, Weber M. Prospective use of a standardized nonoperative early weightbearing protocol for achilles tendon rupture: 17 years of experience. *Am J Sports Med.* 2016;44(4):1004–1010. PMID: 26818449 <https://doi.org/10.1177/0363546515623501>
- Barfod KW, Bencke J, Lauridsen HB, Ban I, Ebskov L, Troelsen A. Nonoperative dynamic treatment of acute achilles tendon rupture: the influence of early weight-bearing on clinical outcome: a blinded, randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(18):1497–1503. PMID: 25232073 <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.01273>
- Кесян Г.А., Берченко Г.Н., Уразгильдеев П.З., Мурадян Д.Р., Дан И.М., Анисимов Е.С., и др. Лечение повреждений ахиллова сухожилия: историческая справка. *Гений ортопедии.* 2011;4:132–137.
- McMaster PE. Tendon and muscle ruptures. Clinical and experimental studies on the causes and location of subcutaneous ruptures. *J Bone Joint Surg.* 1933;15:705–722.

повреждения сухожилия, состояния ткани сухожилия и его анатомического окружения. Вышеизложенные проблемы традиционного лечения повреждений АС обуславливают целесообразность более глубокого изучения микрохирургической анатомии и поиск новых способов восстановления целостности сухожильного аппарата при его повреждении. Применение микрохирургической техники позволило бы расширить возможности хирурга в этой области, разработать принципиально новые способы восстановления сухожилий, предупредить развитие осложнений, минимизировать социально-экономический ущерб и затраты на оказание специализированной помощи данной категории пострадавших [9, 17, 44, 49].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на анализе научно-методической литературы, можно сделать вывод, что при лечении пациентов с повреждением ахиллова сухожилия основной тенденцией на современном этапе является все более широкое применение малоинвазивных, щадящих методов хирургического лечения в сочетании с активным послеоперационным ведением больных, обеспечивающим раннюю дозированную нагрузку конечности и скорейшее восстановление функции.

Использование традиционного открытого шва и пластических вмешательств не теряет актуальности и в случаях поздней диагностики разрыва. Несмотря на обилие предложенных доступов к ахиллову сухожилию, до сих пор не разработан оптимальный для всех видов повреждений.

В настоящее время нет четких рекомендаций по выбору определенного метода лечения разрыва ахиллова сухожилия. При этом понимание патологии ахиллова сухожилия растет в геометрической прогрессии, все еще требуется гораздо больше исследований, чтобы более полно понять многогранную этиологию, оптимальные методы лечения.

19. Hess GP, Cappiello WL, Poole RM, Hunter SC. Prevention and treatment of overuse tendon injuries. *Sports Med.* 1989;8(6):371–84. PMID: 2694283 <https://doi.org/10.2165/00007256-198908060-00005>
20. Николенко В.К. О доступе к поврежденному ахиллову сухожилию. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 1983;11:129–130.
21. Котельников Г.П., Миронов С.П. (ред.) *Травматология: национальное руководство.* 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2018.
22. Segesser B, Goesele A, Renggli P. The Achilles tendon in sports. *Orthopäde.* 1995;24(3):252–267. PMID: 7617382
23. Scott WN, Inglis AE, Sculco TP. Surgical treatment of reruptures of the tendo achilles following nonsurgical treatment. *Clin Orthopaed Rel Res.* 1979;(140):175–177. PMID: 477072
24. Barbolini G, Monetti G, Montorsi A, Grandi M. Results with high-definition sonography in the evaluation of Achilles tendon conditions. *Ital J Sports Traumatol.* 1988;10(4):225–234.
25. Baums MH, Buchhorn GH, Spahn G, Poppendieck B, Schultz W, Klinger HM. Biomechanical characteristics of single-row repair in comparison to double-row repair with consideration of the suture configuration and suture material. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(11):1052–1060. PMID: 18758750 <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0590-2>
26. Колонтай Ю.Ю., Гулай А.М. Гомопластическое восстановление ахиллова сухожилия в сочетании с аутопластикой. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1974;5:76–77.
27. Никитин Г.Д., Линник С.А., Шохман Я.Д. Лечение закрытых повреждений ахиллова сухожилия. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1984;11:43–46.
28. Barfred T. Experimental rupture of the Achilles tendon. Comparison of various types of experimental rupture in rats. *Acta Orthop Scand.* 1971;42(6):528–543. PMID: 5169147 <https://doi.org/10.3109/17453677108989070>
29. Barfred T. Kinesiological comments on subcutaneous ruptures of the Achilles tendon. *Acta Orthop Scand.* 1971;42(5):397–405. PMID: 5143987 <https://doi.org/10.3109/17453677108989061>
30. Корнилов Н.В. (ред.) *Травматология и ортопедия: руководство для врачей.* В 3-х т. Т. 3: Травмы и заболевания нижней конечности. Москва: Гиппократ; 2006. с. 945–956.
31. Аренберг А.А., Гарновская Л.А. Модификация ахиллопластики по Чернавскому. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1988;2:38.
32. Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю., Романов Д.В., Валетова С.В. Способ хирургического лечения пациентов с повторными разрывами ахиллова сухожилия. *Травматология и ортопедия России.* 2010;3:126–130.
33. Коструб А.А., Заец В.Б., Блонский Р.И. Эндоскопический метод лечения острых разрывов ахиллового сухожилия. *Вісник ортопедії, травматології та протезування.* 2011;4(71):49–51.
34. Assal M, Jung M, Stern R, Rippstein P, Delmi M, Hoffmeyer P. Limited open repair of Achilles tendon ruptures: a technique with a new instrument and findings of a prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(2):161–170. PMID: 11861720
35. Ahmad J, Jones K, Raikin SM. Treatment of Chronic Achilles Tendon Ruptures with Large Defects. *Foot Ankle Spec.* 2016;9(5):400–408. PMID: 27000133 <https://doi.org/10.1177/1938640016640895>
36. Webb JM, Bannister GC. Percutaneous repair of the ruptured tendo Achillis. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(5):877–880. PMID: 10530854 <https://doi.org/10.1302/0301-620x.81b5.9784>
37. Mortensen HN, Skov O, Jensen PE. Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg.* 1999;81(7):983–990. PMID: 10428130 <https://doi.org/10.2106/00004623-199907000-00011>
38. Kellam JF, Hunter GA, McElwain JP. Review of the operative treatment of Achilles tendon rupture. *Clin Orthop.* 1985;(201):80–83. PMID: 4064424
39. Mellor SJ, Patterson MH. Tendo Achillis rupture; surgical repair is a safe option. *Injury.* 2000;31(7):489–491. PMID: 10908741 [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(00\)00028-0](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(00)00028-0)
40. Сорокин А.П. *Общие закономерности строения опорного аппарата человека.* Москва: Медицина; 1973.
41. Maffulli N. Clinical tests in sports medicine: more on Achilles tendon. *Br J Sports Med.* 1996;30(3):250. PMID: 8889122 <https://doi.org/10.1136/bjbm.30.3.250>
42. Лаврищева Г.И., Оноприенко Г.А. *Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей.* Москва: Медицина; 1996.
43. Davidson RG, Taunton JE. Achilles tendinitis. *Med Sports Sci. Basel, Karger.* 1987;23:71–79. <https://doi.org/10.1159/000413990>
44. Fukashiro S, Komi PV, Järvinen M, Miyashita M. In vivo Achilles tendon loading during jumping in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1995;71(5):453–458. PMID: 8565978 <https://doi.org/10.1007/BF00635880>
45. Ganong WF. Circulating body fluids. In: Ganong WF. (ed.) *Review of Medical Physiology.* 22nd ed. New York; 1993. p. 469–493.
46. Левенец В.Н., Остапчук Н.П., Саливон А.П. Диагностика закрытых повреждений пяточного сухожилия. *Клиническая хирургия (Киев).* 1995;2:73–74.
47. Green SM, Briggs PJ. A reversed Z-plasty skin incision for Achilles tendon reconstruction. *Foot Ankle Surg.* 2002;8(4):277–280. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9584.2002.00340.x>
48. Goldwyn RM. Z-plasty skin closure after lengthening the Achilles tendon. *Plast Reconstr Surg.* 1973;52(4):431. PMID: 4742274
49. Ким Ю.Д. Клиническое и экспериментальное обоснование нового способа чрескожного шва ахиллова сухожилия. *Аспирантский вестник Поволжья.* 2011;1–2:156–159.
50. Ким Ю.Д., Чернов А.П. Хирургическое лечение пациентов со свежим подкожным разрывом ахиллова сухожилия. *Врач-аспирант.* 2012;50(1.3):389–396.
51. Крупко И.Л., Ткаченко С.С. Пересадка консервированных фасциальных и сухожильных гомотрансплантатов. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 1964;93(8):65–69.
52. Левицкий Ф.А., Ночевкин В.А. Подкожные разрывы сухожилий и мышц конечностей. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 1987;138(3):88–91.
53. Миронова З.С., Черкасова Т.И., Башкиров В.Ф. *Подкожные разрывы ахиллова сухожилия.* Ташкент: Медицина; 1974.
54. Arner O, Lindholm A. Subcutaneous rupture of the achilles tendon: a study of 92 cases. *Acta Chir Scand.* 1959;116(Suppl 239):1–51. PMID: 13660721
55. Ефименко Н.А., Грицок А.А., Гаврюшенко Н.С., Середа А.П., Кулешов Д.Н. Оптимальный шов ахиллова сухожилия (клинико-экспериментальное исследование). *Московский хирургический журнал.* 2011;3:44–50.
56. Us AK, Bilgin SS, Aydin T, Mergen E. Repair of neglected Achilles tendon ruptures: procedures and functional results. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1997;116(6–7):408–411. PMID: 9266052 <https://doi.org/10.1007/BF00434001>
57. Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю. *Реконструктивные микрохирургические операции при травмах конечностей: руководство для врачей.* Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2012.
58. Краснов А.Ф., Двойников С.И. Диагностика и лечение повреждений ахиллова сухожилия. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1990;12:38–41.
59. Миронов С.П. Лечение разрывов сухожилий. *Вестник травматологии и ортопедии.* 1994;4:51–54.
60. Устьянцев В.И., Коломиец А.А. Способ лечения повреждений ахиллова сухожилия. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1991;2:59–41.
61. Джанелидзе Ю.Ю. *Собрание сочинений: в 5-ти томах. Т.5: Хирургия конечностей.* Москва: Изд-во АМН СССР; 1953.
62. Jessing P, Hansen E. Surgical treatment of 102 tendo achilles ruptures – suture or tenotoplasty. *Acta Chir Scand.* 1975;141(5):370–377. PMID: 1101596
63. Гиришин С.Г., Цыпин И.С. Чрескожный погружной шов ахиллова сухожилия при свежих разрывах. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1981;10:59–62.
64. Ma GWC. Percutaneous repair of acute closed ruptured Achilles tendon. A new technique. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;128:247–55. PMID: 340096
65. Белоусов А.Е., Ткаченко С.С. *Микрохирургия в травматологии.* Ленинград: Медицина; 1988.
66. Pajala A, Kangas J, Ohtonen P, Leppilahti J. Rerupture and Deep Infection Following Treatment of Total Achilles Tendon Rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(11):2016–2021. PMID: 12429764 <https://doi.org/10.2106/00004623-200211000-00017>
67. Марков А.А., Вторушин Н.С., Сергеев К.С., Комаров В.И. Лечение пациентов с повреждениями ахиллова сухожилия (обзор). *Вестник Смоленской государственной медицинской академии.* 2018;17(2):159–167.
68. Yebes H, Tang M, Geddes C, Glazebrook M, Morris SF, Stanish WD. Digital vascular mapping of the integument about the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(5):1215–1220. PMID: 20439668 <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00743>
69. Kauwe M. Acute Achilles tendon rupture: clinical evaluation, conservative management, and early active rehabilitation. *Clin Podiatr Med Surg.* 2017;34(2):229–243 PMID: 28257676 <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2016.10.009>
70. Herbolt M, Haber A, Zantop T, Gosheger G, Rosslenbroich S, Raschke MJ, et al. Biomechanical comparison of the primary stability of suturing Achilles tendon rupture: a cadaver study of Bunnell and Kessler techniques under cyclic loading conditions. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128(11):1273–1277. PMID: 18309504 <https://doi.org/10.1007/s00402-008-0602-1>
71. Peterson KS, Hentges MJ, Catanzariti AR, Mendicino MR, Mendicino RW. Surgical considerations for the neglected or chronic Achilles tendon rupture: a combined technique for reconstruction. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(5):664–671. PMID: 24269103 <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2013.10.001>

72. Белоусов А.Е. *Пластическая реконструктивная и эстетическая хирургия*. Санкт-Петербург: Гиппократ; 1998.
73. Soldatis J, Goodfellow DB, Wilber JH. End-to-end operative repair of Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med*. 1997;25(1):90–95. PMID: 9006700 <https://doi.org/10.1177/036354659702500118>
74. Кузьменко В.В., Гиршин С.Т., Цыпин И.С. (сост.) *Способ лечения свежих подкожных разрывов ахиллова сухожилия с помощью чрескожного погружного шва: метод. рекомендации МЗ РФСР*. Москва; 1984.
75. Cetti R, Christensen SE, Ejsted R, Jensen NM, Jørgensen U. Operative versus nonoperative treatment of Achilles tendon rupture. A prospective randomized study and review of the literature. *Am J Sports Med*. 1993;21(6):791–799. PMID: 8291628 <https://doi.org/10.1177/036354659302100606>
76. Phisitkul P. Endoscopic surgery of the Achilles tendon. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2012;5(2):156–163. PMID: 22354353 <https://doi.org/10.1007/s12178-012-9115-1>
77. Maffulli N. Rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am*. 1999;81(7):1019–1036. PMID: 10428136 <https://doi.org/10.2106/00004623-199907000-00017>
78. Den Hartog BD. Surgical strategies: delayed diagnosis or neglected achilles' tendon ruptures. *Foot Ankle Int*. 2008;29(4):456–463. PMID: 18442466 <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0456>
79. Калнберз В.К., Нейман Л.Б., Филиппова Р.П. Аутопластика с использованием сухожилия подошвенной мышцы при лечении разрыва ахиллова сухожилия. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1975;1:56–58.
80. Карасев В.И. Пластика дефектов нейлоновой сеткой при подкожных разрывах ахиллова сухожилия. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1976;11:42–43.
81. Никитин Г.Д., Линник С.А. *Лечение поврежденных ахиллова сухожилия: метод. рекомендации МЗ РСФСР*. Ленинград; 1979.
82. Hsu AR, Jones CP, Cohen BE, Davis WH, Ellington JK, Anderson RB. Clinical outcomes and complications of percutaneous Achilles repair system versus open technique for acute Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int*. 2015;36(11):1279–1286. PMID: 26055259 <https://doi.org/10.1177/1071100715589632>
1. Klenerman L. The early history of tendo achillis and its rupture. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(4):545–547. PMID: 17463129 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.89B4.18978>
2. Huttunen TT, Kannus P, Rolf C, Fellander-Tsai L, Mattila VM. Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am J Sports Med*. 2014;42(10):2419–2423. PMID: 25056989 <https://doi.org/10.1177/0363546514540599>
3. Lantto I, Heikkinen J, Flinkkila T, Ohtonen P, Leppilähti J. Epidemiology of Achilles tendon ruptures: increasing incidence over a 33-year period. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(1):e133–e138. PMID: 24862178 <https://doi.org/10.1111/sms.12253>
4. Raikin SM, Garras DN, Krapchev PV. Achilles tendon injuries in a United States population. *Foot Ankle Int*. 2013;34(4):475–480. PMID: 23386750 <https://doi.org/10.1177/1071100713477621>
5. Longo UG, Ronga M, Maffulli N. A cute ruptures of the achilles tendon. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2009;17(2):127–138. PMID: 19440140 <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181a5d3767>
6. Lo IK, Kirkley A, Nonweiler B, Kumbhare DA. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a quantitative review. *Clin J Sport Med*. 1997;7(3):207–211. PMID: 9262889 <https://doi.org/10.1097/00042752-199707000-00010>
7. Lynn TA. Repair of the torn achilles tendon, using the plantaris tendon as a reinforcing membrane. *J Bone Joint Surg Am*. 1966;48(2):268–272. PMID: 5932912
8. Costa ML, MacMillan K, Halliday D, Chester R, Shepstone L, Robinson AH, et al. Randomised controlled trials of immediate weight-bearing mobilisation for rupture of the tendoAchillis. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(1):69–77. PMID: 16365124 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B1.16549>
9. Guriyanov AM, Safronov AA, Zakharov VV, Kandalov AA, Lapinin AI, Chekushkin AV. To the Question of the Surgical Treatment of Tendon Damage Apparatus Limbs. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015;3(178):192–198 (In Russ.)
10. Movin T, Ryberg A, McBride DJ, Maffulli N. Acute rupture of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin*. 2005;10(2):351–356. PMID: 15922923 <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2005.01.003>
11. Dumbre Patil SS, Dumbre Patil VS, Basa VR, Dombale AB. Semitendinosus tendon autograft for reconstruction of large defects in chronic achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int*. 2014;35(7):699–705. PMID: 24722009 <https://doi.org/10.1177/1071100714531228>
12. Sergeev SV, Kolovertnov DE, Dzhodzhuva AV, Nevzorov AN, Semenova LA. Replacement of Achilles Tendon. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2010;5(4):65–72. (In Russ.)
13. Lagergren C, Lindholm A. Vascular distribution in the Achilles tendon. An angiographic and microangiographic study. *Acta Chir Scand*. 1959;116(5–6):491–495. PMID: 13660718.
14. Maffulli N, Dymond NP, Regine R. Surgical repair of ruptured Achilles tendon in sportsmen and sedentary patients: a longitudinal ultrasound assessment. *Int J Sports Med*. 1990;11(1):78–84. PMID: 2180833 <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024767>
15. Ecker TM, Bremer AK, Krause FG, Müller T, Weber M. Prospective use of a standardized nonoperative early weightbearing protocol for achilles tendon rupture: 17 years of experience. *Am J Sports Med*. 2016;44(4):1004–1010. PMID: 26818449 <https://doi.org/10.1177/0363546515623501>
16. Barfod KW, Bencke J, Lauridsen HB, Ban I, Ebskov L, Troelsen A. Nonoperative dynamic treatment of acute achilles tendon rupture: the influence of early weight-bearing on clinical outcome: a blinded, randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(18):1497–1503. PMID: 25232073 <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.01273>
17. Kesyany GA, Berchenko GN, Urzagildeev RZ, Dan IM, Nakhapetyan TG, Muradyan DR, et al. Treatment of Damages of the Achilles Tendon: The Historical Inquiry. *Orthopaedic Genius*. 2011;4:132–137.
18. McMaster PE. Tendon and muscle ruptures. Clinical and experimental studies on the causes and location of subcutaneous ruptures. *J Bone Joint Surg*. 1933;15:705–722.
19. Hess GP, Cappiello WL, Poole RM, Hunter SC. Prevention and treatment of overuse tendon injuries. *Sports Med*. 1989;8(6):371–384. PMID: 2694285 <https://doi.org/10.2165/00007256-198908060-00005>
20. Nikolenko V.K. Approach to the injured Achilles tendon. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 1983;11:129–130. (In Russ.)
21. Kotel'nikov GP, Mironov SP. (eds.) *Травматология: национал'ное руководство*. 3rd ed., rev. and exp. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2018. (In Russ.)
22. Segesser B, Goesele A, Renggli P. The Achilles tendon in sports. *Orthopäde*. 1995;24(3):252–267. PMID: 7617382
23. Scott WN, Inglis AE, Sculco TP. Surgical treatment of reruptures of the tendo achilles following nonsurgical treatment. *Clin Orthopaed Rel Res*. 1979;140:175–177. PMID: 477072
24. Barbolini G, Monetti G, Montorsi A, Grandi M. Results with high-definition sonography in the evaluation of Achilles tendon conditions. *Ital J Sports Traumatol*. 1988;10(4):225–234.
25. Baums MH, Buchhorn GH, Spahn G, Poppendieck B, Schultz W, Klinger HM. Biomechanical characteristics of single-row repair in comparison to double-row repair with consideration of the suture configuration and suture material. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16(11):1052–1060. PMID: 18758750 <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0590-2>
26. Kolontay YuYu., Gulay AM. Gomoplasticheskoe vosstanovlenie akhillova sukhozhiya v sochetanii s autoplastikoy. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1974;5:76–77. (In Russ.)
27. Nikitin GD, Linnik SA, Shokhman YaD. Lechenie zakrytykh povrezhdeniy akhillova sukhozhiya. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1984;11:43–46. (In Russ.)
28. Barfred T. Experimental rupture of the Achilles tendon. Comparison of various types of experimental rupture in rats. *Acta Orthop Scand*. 1971;42(6):528–543. PMID: 5169147 <https://doi.org/10.3109/17453677108989070>
29. Barfred T. Kinesiological comments on subcutaneous ruptures of the Achilles tendon. *Acta Orthop Scand*. 1971;42(5):397–405. PMID: 5143987 <https://doi.org/10.3109/17453677108989061>
30. Kornilov NV. (ed.) *Травматология и ортопедия: руководство для врачей*. In 3 vol. Vol. 3: Travmy i zabolevaniya nizhney konechnosti. Moscow: Gipkokat Publ.; 2006: 945–956. (In Russ.)
31. Arenberg AA, Gornovskaya LA. Modifikatsiya akhilloplastiki po Chernavskomu. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1988;2:38. (In Russ.)
32. Rodomanova LA, Kochish AY, Romanov DV, Valetova SV. Method of Surgical Treatment of Patients With Recurrent Achilles Tendon Ruptures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2010;16(3):126–130. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2010-0-3-126-130>
33. Kostруб ОО, Zaiets VB, Blonskyi RI. Endoscopic Treatment of Acute Achilles Tendon Rupture. *Visnyk ortopedii, travmatologii ta protezuвання*. 2011;4(71):49–51. (In Russ.)
34. Assal M, Jung M, Stern R, Rippstein P, Delmi M, Hoffmeyer P. Limited open repair of Achilles tendon ruptures: a technique with a new instrument and findings of a prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(2):161–170. PMID: 11861720
35. Ahmad J, Jones K, Raikin SM. Treatment of Chronic Achilles Tendon Ruptures with Large Defects. *Foot Ankle Spec*. 2016;9(5):400–408. PMID: 27000133 <https://doi.org/10.1177/1958640016640895>
36. Webb JM, Bannister GC. Percutaneous repair of the ruptured tendo Achillis. *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81(5):877–880. PMID: 10530854 <https://doi.org/10.1302/0301-620x.81b5.9784>
37. MortensenHN, Skov O, Jensen PE. Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg*. 1999;81(7):983–990. PMID: 10428130 <https://doi.org/10.2106/00004623-199907000-00011>

38. Kellam JF, Hunter GA, McElwain JP. Review of the operative treatment of Achilles tendon rupture. *Clin Orthop*. 1985;(201):80–83. PMID: 4064424
39. Mellor SJ, Patterson MH. Tendo Achillis rupture; surgical repair is a safe option. *Injury*. 2000;31(7):489–491. PMID: 10908741 [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(00\)00028-0](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(00)00028-0)
40. Sorokin AP. *Obshchie zakonomernosti stroeniya opornogo apparata cheloveka*. Moscow: Meditsina Publ.; 1973. (In Russ.)
41. Maffulli N. Clinical tests in sports medicine: more on Achilles tendon. *Br J Sports Med*. 1996;30(3):250. PMID: 8889122 <https://doi.org/10.1136/bjism.30.3.250>
42. Lavrishcheva GI, Onoprienko GA. *Morfologicheskie i klinicheskie aspekty reparativnoy regeneratsii opornykh organov i tkaney*. Moscow: Meditsina Publ.; 1996. (In Russ.)
43. Davidson RG, Taunton J E. Achilles tendinitis. *Med Sports Sci. Basel, Karger*. 1987;23:71–79. <https://doi.org/10.1159/000413990>
44. Fukashiro S, Komi PV, Järvinen M, Miyashita M. In vivo Achilles tendon loading during jumping in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;71(5):453–458. PMID: 8565978 <https://doi.org/10.1007/BF00635880>
45. Ganong WF. Circulating body fluids. In: Ganong WF. (ed.) *Medical Physiology*. 22nd ed. New York;1993:469–493.
46. Levenets VN, Ostapchuk NP, Salivon AP. Diagnostika zakrytykh povrezhdeniy pyatochnogo sukhozhiya. *Klinicheskaya khirurgiya*. 1993;2:73–74. (In Russ.)
47. Green SM, Briggs PJ. A reversed Z-plasty skin incision for Achilles tendon reconstruction. *Foot Ankle Surg*. 2002;8(4):277–280. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9584.2002.00340.x>
48. Goldwyn RM. Z-plasty skin closure after lengthening the Achilles tendon. *Plast Reconstr Surg*. 1973;52(4):431. PMID: 4742274
49. Kim YD. Clinical and experimental grounds of the new percutaneous Achilles tendon suture. *Aspirantskiy Vestnik Povolzhya*. 2011;11(1–2):156–159. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2011.0.1-2.156-159>
50. Kim YuD, Chernov AP. Surgical Treatment of Patients With Fresh Subcutaneous Achilles Tendon Rupture. *Postgraduate Doctor*. 2012;50(1.3):389–396. (In Russ.)
51. Krupko IL, Tkachenko SS. Peresadka konservirovannykh fastsial'nykh i sukhozhiil'nykh gomotransplantatov. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 1964;93(8):65–69. (In Russ.)
52. Levitskiy FA, Nochevkin VA. Podkozhnye razryvy sukhozhiya i myshs konechnostey. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 1987;138(3):88–91. (In Russ.)
53. Mironova ZS, Cherkasova TI, Bashkirov VF. *Podkozhnye razryvy akhillova sukhozhiya*. Tashkent: Meditsina Publ.; 1974. (In Russ.)
54. Arner O, Lindholm A. Subcutaneous rupture of the achilles tendon: a study of 92 cases. *Acta Chir Scand*. 1959;116(Suppl 239):1–51. PMID: 13660721
55. Efimenko NA, Gritcyuk AA, Gavryushenko NS, Sereda AP, Kuleshov DN. Optimum Seam of an Achilles Tendon (Kliniko-Experimental Research). *Moscow Surgical Journal*. 2011;3:44–50. (In Russ.)
56. Us AK, Bilgin SS, Aydin T, Mergen E. Repair of neglected Achilles tendon ruptures: procedures and functional results. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1997;116(6–7):408–411. PMID: 9266052 <https://doi.org/10.1007/BF00434001>
57. Rodomanova LA, Kochish AYU. *Rekonstruktivnye mikrokhirurgicheskie operatsii pri travmakh konechnostey: rukovodstvo dlya vrachey*. Sankt-Peterburg: RNIITO im. R.R. Vredena Publ.; 2012. (In Russ.)
58. Krasnov AF, Dvoynikov SI Diagnostika i lechenie povrezhdeniy akhkhilova sukhozhiya. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1990;12:38–41 (In Russ.)
59. Mironov SP, Vasiliev DO. Functional postoperative treatment of Achilles tendon subcutaneous tears. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;1(4):51–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/vto105203>
60. Ust'yantsev VI, Kolomiets AA. Sposob lecheniya povrezhdeniy akhillova sukhozhiya. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1991;2:39–41. (In Russ.)
61. Dzhanelidze YuYu. *Sobranie sochineniy: in 5 vol. Vol.5: Khirurgiya konechnostey*. Moscow: Izd-vo AMN SSSR Publ.; 1953. (In Russ.)
62. Jessing P, Hansen E. Surgical treatment of 102 tendo achilles ruptures – suture or tenotoplasty. *Acta Chir Scand*. 1975;141(5):370–377. PMID: 1101596
63. Girshin SG, Tsypin IS. Chreskozhiy pogruzhnoy shov akhillova sukhozhiya pri svezhikh razryvakh. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1981;10:59–62.
64. Ma GWC. Percutaneous repair of acute closed ruptured Achilles tendon. A new technique. *Clin Orthop Relat Res*. 1977;128:247–255. PMID: 340096
65. Belousov AE, Tkachenko SS. *Mikrokhirurgiya v travmatologii*. Leningrad: Meditsina Publ.; 1988. (In Russ.)
66. Pajala A, Kangas J, Ohtonen P, Leppilahti J. Rupture and Deep Infection Following Treatment of Total Achilles Tendon Rupture. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(11):2016–2021. PMID: 12429764 <https://doi.org/10.2106/00004623-200211000-00017>
67. Markov AA, Vtorushin NS, Sergeev KS, Komarov VI. Treatment of Patients With Achilles Tendon Injuries (Review). *Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*. 2018;17(2):159–167. (In Russ.)
68. Yepes H, Tang M, Geddes C, Glazebrook M, Morris SF, Stanish WD. Digital vascular mapping of the integument about the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(5):1215–1220. PMID: 20439668 <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00743>
69. Kauwe M. Acute Achilles tendon rupture: clinical evaluation, conservative management, and early active rehabilitation. *Clin Podiatr Med Surg*. 2017;34(2):229–243 PMID: 28257676 <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2016.10.009>
70. Herbolt M, Haber A, Zantop T, Gosheger G, Rosslenbroich S, Raschke MJ, et al. Biomechanical comparison of the primary stability of suturing Achilles tendon rupture: a cadaver study of Bunnell and Kessler techniques under cyclic loading conditions. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(11):1273–1277. PMID: 18309504 <https://doi.org/10.1007/s00402-008-0602-1>
71. Peterson KS, Hentges MJ, Catanzariti AR, Mendicino MR, Mendicino RW. Surgical considerations for the neglected or chronic Achilles tendon rupture: a combined technique for reconstruction. *J Foot Ankle Surg*. 2014;53(5):664–671. PMID: 24269103 <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2013.10.001>
72. Belousov AE. *Plasticheskaya rekonstruktivnaya i esteticheskaya khirurgiya*. Saint-Petersburg: Gippokrat Publ.; 1998. (In Russ.)
73. Soldatis J, Goodfellow DB, Wilber JH. End-to-end operative repair of Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med*. 1997;25(1):90–95. PMID: 9006700 <https://doi.org/10.1177/036354659702500118>
74. Kuzmenko VV, Girshin ST, Tsypin IS. *Sposob lecheniya svezhih podkozhnykh razryvov ahillova sukhozhiya s pomoshch'yu chreskozhiyogo pogruzhnogo shva: metod. rekomendatsii MZ RSFSR*. Moscow; 1984. (In Russ.)
75. Cetti R, Christensen SE, Ejsted R, Jensen NM, Jorgensen U. Operative versus nonoperative treatment of Achilles tendon rupture. A prospective randomized study and review of the literature. *Am J Sports Med*. 1993;21(6):791–799. PMID: 8291628 <https://doi.org/10.1177/036354659302100606>
76. Phisitkul P. Endoscopic surgery of the Achilles tendon. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2012;5(2):156–163. PMID: 22354553 <https://doi.org/10.1007/s12178-012-9115-1>
77. Maffulli N. Rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am*. 1999;81(7):1019–1036. PMID: 10428136 <https://doi.org/10.2106/00004623-199907000-00017>
78. Den Hartog BD. Surgical strategies: delayed diagnosis or neglected achilles' tendon ruptures. *Foot Ankle Int*. 2008;29(4):456–463. PMID: 18442466 <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0456>
79. Kalnberz VK, Neyman LB, Filippova RP. Autoplastika s ispol'zovaniem sukhozhiya podoshvennoy myshs pri lechenii razryva akhillova sukhozhiya. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1975;1:56–58 (In Russ.)
80. Karasev VI. Plastika defektov neylonovoy setkoy pri podkozhnykh razryvakh akhillova sukhozhiya. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye*. 1976;11:42–43 (In Russ.)
81. Nikitin GD, Linnik SA. *Lechenie povrezhdeniy akhillova sukhozhiya: metod. rekomendatsii MZ RSFSR*. Leningrad; 1979. (In Russ.)
82. Hsu AR, Jones CP, Cohen BE, Davis WH, Ellington JK, Anderson RB. Clinical outcomes and complications of percutaneous Achilles repair system versus open technique for acute Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int*. 2015;36(11):1279–1286. PMID: 26055259 <https://doi.org/10.1177/1071100715589632>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

- Файн Алексей Максимович** доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0001-8616-920X>, finn.loko@mail.ru;
 30%: сбор научного материала
- Власов Алексей Петрович** научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0003-3175-7578>, vlasowolga@yandex.ru;
 20%: сбор и анализ научного материала
- Акимов Руслан Нурланович** научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0001-6383-8781>, akimovruslan@ya.ru;
 10%: сбор научного материала
- Кисель Дмитрий Александрович** научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0002-5187-0669>, dkis@yandex.ru;
 10%: сбор научного материала
- Лазарев Михаил Петрович** научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0002-5428-6329>, lazarevmp@gmail.com;
 10%: сбор научного материала
- Мигулева Ирина Юрьевна** доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0002-6894-1427>, imiguleva@mail.ru;
 10%: сбор научного материала
- Светлов Кирилл Всеволодович** кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0002-1538-0515>, svetloffkirill@yandex.ru;
 10%: сбор научного материала

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Achilles Tendon Injury Treatment: the History and Current State of the Art

A.M. Fain, A.P. Vlasov✉, R.N. Akimov, D.A. Kisel, M.P. Lazarev, I.Yu. Miguleva, K.V. Svetlov

Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System
 N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine
 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow, 129090, Russian Federation

✉ **Contacts:** Aleksey P. Vlasov, researcher, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.
 Email: vlasowolga@yandex.ru

RELEVANCE The overall incidence of Achilles tendon rupture has been increasing in recent decades due to population aging, the growing prevalence of obesity and increased participation in sports. Achilles tendon ruptures are common injuries of the musculoskeletal system, and according to various authors, they account for 47% of all ruptures of human tendons and muscles, about 18 cases per 100 thousand people per year. Despite the abundance of various options of tendon suture in surgery, a wide choice of suture material and the use of precision techniques in tendon reconstruction, the proposed methods of macroscopic reconstruction of the tendon apparatus do not solve the problem of tendon suture failure.

CONCLUSION Despite the abundance of proposed accesses to the Achilles tendon, the optimal one for all types of injuries has not yet been developed. Currently, there are no clear recommendations for choosing a specific method of treating an Achilles tendon rupture.

Keywords: achilles tendon, achilles tendon plastic surgery, achilles tendon reconstruction

For citation Fain AM, Vlasov AP, Akimov RN, Kisel DA, Lazarev MP, Miguleva IYu, et al. Achilles Tendon Injury Treatment: the History and Current State of the Art. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2022;11(4):655–667. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-11-4-655-667> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study had no sponsorship

Affiliations

- Alexey M. Fain Doctor of Medical Sciences, Professor, Head, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;
<https://orcid.org/0000-0001-8616-920X>, finn.loko@mail.ru;
 30%, collection of scientific material
- Aleksey P. Vlasov Researcher, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;
<https://orcid.org/0000-0003-3175-7578>, vlasowolga@yandex.ru
 20%, collection and analysis of scientific material

- Ruslan N. Akimov Researcher, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;
<https://orcid.org/0000-0003-3175-7578>, akimovruslan@ya.ru;
10%, collection of scientific material
- Dmitry A. Kisel Researcher, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;
<https://orcid.org/0000-0002-5187-0669>, dkis@yandex.ru;
10%, collection of scientific material
- Mikhail P. Lazarev Researcher, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V.Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;
<https://orcid.org/0000-0002-5428-6329>, lazarevmp@gmail.com;
10%, collection of scientific material
- Irina Yu. Miguleva Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;
<https://orcid.org/0000-0002-6894-1427>, imiguleva@mail.ru;
10%, collection of scientific material
- Kirill V. Svetlov Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Department of Emergency Traumatology of the Musculoskeletal System, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;
<https://orcid.org/0000-0002-1538-0515>, svetloffkirill@yandex.ru;
10%: collection of scientific material

Received on 25.05.2022

Review completed on 17.08.2022

Accepted on 27.09.2022

Поступила в редакцию 25.05.2022

Рецензирование завершено 17.08.2022

Принята к печати 27.09.2022