

Способ оперативного доступа при вмешательствах на ахилловом сухожилии

Е.С. Цыбуль, Л.А. Родоманова, В.И. Малышев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. Малая подвижность кожи задней поверхности нижней трети голени, а также небольшое количество подкожно-жировой клетчатки и близкое расположение ахиллова сухожилия определяют склонность к формированию дефекта тканей после оперативного вмешательства в этой области. Предложено большое количество оперативных доступов, однако ни один из них не решает проблему устранения дефекта при коррекции стойкой эквинусной установки стопы.

Цель исследования — продемонстрировать новый способ оперативного доступа при реконструкции ахиллова сухожилия.

Техника операции. Оперативный доступ для удлинения ахиллова сухожилия заключался в формировании дугообразного разреза и последовательном выделении кожного, а затем фасциального лоскута. Устраняли укорочение ахиллова сухожилия путем выполнения Z-образной пластики, после чего сначала укрывали сухожильную ткань фасциальным лоскутом, затем частично ушивали кожу, не допуская натяжения тканей. Оставшийся дефект мягких тканей восполняли кожным трансплантатом. Пациентам проводили гипсовую иммобилизацию в течение 6 нед., после чего разрешали полную нагрузку на оперированную ногу и назначали курс лечебной физкультуры.

Заключение. Описанный способ доступа прост в выполнении и позволяет одновременно заместить дефект покровных тканей после устранения эквинусной установки стопы.

Ключевые слова: ахиллово сухожилие; оперативный доступ; дефект мягких тканей; эквинусная установка стопы.

Для цитирования: Цыбуль Е.С., Родоманова Л.А., Малышев В.И. Способ оперативного доступа при вмешательствах на ахилловом сухожилии. *Травматология и ортопедия России*. 2025;31(3):121-128. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17693>.

Цыбуль Евгений Сергеевич; e-mail: na4med@inbox.ru

Рукопись получена: 13.03.2025. Рукопись одобрена: 02.04.2025. Статья опубликована онлайн: 14.07.2025.

© Цыбуль Е.С., Родоманова Л.А., Малышев В.И., 2025

A New Surgical Approach for Reconstruction of the Achilles Tendon

Evgeny S. Tsybul, Lyubov A. Rodomanova, Vladislav I. Malyshev

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. The limited skin mobility on the posterior surface of the lower third of the leg, along with a small amount of subcutaneous fat and the close proximity of the Achilles tendon, predisposes this area to tissue defects following surgery. Numerous surgical approaches have been proposed; however, none of them completely address the problem of tissue defect elimination when correcting persistent equinus foot deformity.

The aim of the study — to demonstrate a new surgical approach for Achilles tendon reconstruction.

Surgical technique description. The surgical approach for Achilles tendon lengthening involved creating an arched incision and sequentially isolating the skin and fascial flaps. Achilles tendon shortening was corrected using Z-plasty. After that, the tendon was covered first with a fascial flap, and then the skin was partially sutured without tension. The remaining soft tissue defect was covered with a skin graft. Patients underwent 6 weeks of plaster immobilization, after which full weight-bearing on the operated leg and physical therapy was allowed.

Conclusion. The described surgical approach is simple to perform and allows for the simultaneous replacement of tissue defects following the correction of equinus foot deformity.

Keywords: Achilles tendon; surgical approach; soft tissue defect; equinus foot deformity.

Cite as: Tsybul E.S., Rodomanova L.A., Malyshev V.I. A New Surgical Approach for Reconstruction of the Achilles Tendon. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2025;31(3):121-128. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17693>.

✉ Evgeny S. Tsybul; e-mail: na4med@inbox.ru

Submitted: 13.03.2025. Accepted: 02.04.2025. Published online: 14.07.2025.

© Tsybul E.S., Rodomanova L.A., Malyshev V.I., 2025

ВВЕДЕНИЕ

Подкожные повреждения ахиллова сухожилия составляют 20% среди всех разрывов сухожилий и мышц [1, 2, 3, 4, 5]. И хотя среди специалистов все еще ведутся споры о лучшем способе лечения острых разрывов ахиллова сухожилия, его первичная пластика ассоциируется в основном с хорошими результатами, снижением частоты повторных разрывов и повышением прочности сухожилия, а также увеличением силы мышц и их выносливости по сравнению с консервативными методами [6, 7]. Однако способы оперативного лечения, в свою очередь, сопряжены с повышенным риском хирургических осложнений, которые можно разделить на следующие основные категории: расхождение краев раны вследствие избыточного натяжения, поверхностный или глубокий инфекционный процесс и повторный разрыв сухожилия. Поскольку эти проблемы не являются взаимоисключающими, очень часто краевой некроз и расхождение краев операционной раны приводят к инфицированию области хирургического вмешательства и последующему разрыву восстановленного сухожилия [8]. Относительно высокая частота инфекционных осложнений после открытого восстановления, по различным данным, варьируется от 1,7 до 21% [9, 10, 11].

Специалисту, занимающемуся лечением данной категории пациентов, важно понимать и прогнозировать потенциальные факторы риска, связанные с проблемами мягких тканей этой области. К таким факторам могут относиться: неправильное планирование операционного доступа, формирование кожных лоскутов с избыточно острыми углами при Z-пластике, желание устранить дефект тканей чрезмерным натяжением краев раны, агрессивная хирургическая техника при манипуляциях. Все вышеперечисленное может приводить к образованию краевых некрозов, которые в случае самостоятельного заживления могут увеличить площадь рубца. Нередко подобные некрозы приводят к расхождению краев раны и формированию дефекта мягких тканей, требующего пластического замещения [12, 13].

Анализ современной литературы показывает, что исследования, касающиеся типа и количества послеоперационных осложнений после удлинения ахиллова сухожилия при устранении эквинусного положения стопы, практически отсутствуют. Однако можно предположить, что основной сложностью при таких манипуляциях является формирующийся дефицит мягких тканей по задней поверхности нижней трети голени. Решением этой

проблемы может стать тщательное планирование хирургического доступа и способа устранения дефицита мягких тканей при его возникновении.

Достаточно большая вариативность хирургических доступов, применяемых при реконструкции, и анатомические особенности области ахиллова сухожилия показывают, что оптимального подхода, удовлетворяющего всем требованиям оперативного пособия при различных типах восстановления ахиллова сухожилия, не существует.

Цель исследования — продемонстрировать новый способ оперативного доступа при реконструкции ахиллова сухожилия.

Предложенный нами метод является модификацией и дополненной версией доступа, описанного Е. Abraham и А. Pankovich, при котором кожу и фасцию одномоментно рассекают дугообразным разрезом, вершина которого проходит по медиальной поверхности ахиллова сухожилия [14]. Идея разработанного способа оперативного доступа при вмешательствах на ахилловом сухожилии заключается в формировании двух кровоснабжаемых лоскутов (кожного и фасциально-жирового), что позволяет одномоментно заместить образующийся после устранения эквинусного положения стопы дефект мягких тканей задней поверхности голени с помощью последующей пластики полнослойным кожным трансплантатом (патент РФ на изобретение № 2766042).

Техника операции

В положении пациента на животе производили дугообразный разрез кожи с выкраиванием лоскута по задней поверхности голени от места крепления ахиллова сухожилия к пяточной кости до уровня на 5 см дистальнее сухожильно-мышечного перехода длиной около 15 см. Основание лоскута обращено медиально. При этом точки начала и окончания разреза расположены по срединной линии задней поверхности голени, а вершина разреза располагается на латеральном крае ахиллова сухожилия. Затем формировали кожный лоскут, отслаивая кожу до подлежащей фасции от латерального края к медиальному. Далее производили дугообразный разрез фасции, который зеркально отображал предыдущий кожный разрез. При этом верхняя и нижняя точки этого разреза были также соединены срединной линией задней поверхности голени, а основание лоскута было обращено латерально. В результате формировали кровоснабжаемый фасциально-жировой лоскут, обеспечивая доступ к ахиллову сухожилию, икроножный нерв при этом оставался интактным (рис. 1).

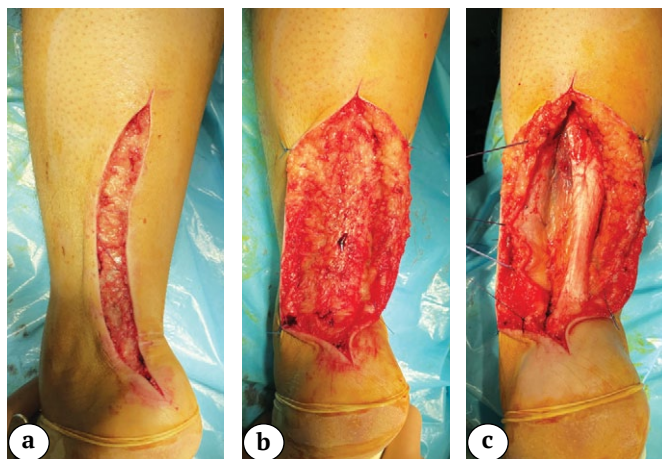


Рисунок 1. Выкраивание кожного и фасциально-жирового лоскутов:
 а — дугообразный разрез кожи;
 б — формирование кожного лоскута с основанием, обращенным медиально;
 с — формирование фасциального лоскута с основанием, обращенным латерально

Figure 1. Dissection of skin and adipofascial flaps:
 a — an arched skin incision;
 b — formation of a skin flap with the base facing medially;
 c — formation of a fascial flap with the base facing laterally

Далее удлинляли на необходимое расстояние ахиллово сухожилие, пересекая его Z-образно и выводя стопу под углом 90° к голени. В трех случаях удлинение сухожилия было выполнено на 5 см, у 2 пациентов — на 6 см и в одном клиническом примере на 7 см. После устранения эквинусного положения стопы избыточное натяжение кожи не позволило первично ушить операционную рану ввиду высокого риска формирования краевого некроза. Чтобы избежать подобного осложнения, закрытие раны производилось следующим образом: сухожилие закрывали фасциальным лоскутом, подшивая его к медиальному краю раны, при этом восстанавливали скользящий аппарат ахиллова сухожилия. Далее, не допуская избыточного натяжения, поочередно начиная с верхнего и нижнего концов раны, частично ушивали кожу над фасциальным лоскутом. На этом этапе примерно в середине раны оставался дефект покровной ткани овальной формы, дном которого являлся хорошо кровоснабжаемый фасциальный лоскут. Размер дефекта составлял в среднем 5 см^2 . Для окончательной пластики осуществляли забор полнослойного кожного трансплантата с задней или боковой поверхностей голени. Выполняли обработку трансплантата от подкожно-жировой

клетчатки, перфорировали, после чего подшивали к краям дефекта в достаточном натяжении, а затем придавливали валиком для обеспечения максимально плотного контакта с кровоснабжаемой фасцией. Донорское место в области забора кожного трансплантата ушивали в линию (рис. 2).

После завершения операции рану дренировали, накладывали асептическую повязку и фиксировали стопу и голеностопный сустав гипсовой лонгетой в положении 90° . У двух пациентов ввиду остаточной ригидности голеностопного сустава после удлиняющей пластики ахиллова сухожилия мы выполнили трансартикулярную фиксацию двумя спицами для придания необходимого положения стопы. Время операции в среднем составило около 50 мин.

За период с 2019 по 2023 г. в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена по описанной методике было прооперировано 6 пациентов с эквинусной установкой стопы, вызванной укорочением ахиллова сухожилия. При этом во всех случаях ригидность задней группы мышц и сформировавшаяся длина ахиллова сухожилия не позволяла осуществлять пассивное выведение стопы, формируя таким образом стойкую сгибательную контрактуру голеностопного сустава. Все пациенты были мужского



Рисунок 2. Удлинение ахиллова сухожилия, ушивание раны и замещение дефекта мягких тканей:
 а — удлинение ахиллова сухожилия при помощи его Z-образного рассечения;
 б — ахиллово сухожилие укрыто фасциальным лоскутом;
 с — частичное ушивание кожной раны и пластика полнослойным кожным трансплантатом

Figure 2. Lengthening of the Achilles tendon, wound suturing and reconstruction of soft tissue defects:
 a — Achilles tendon lengthening using a Z-shaped incision;
 b — the Achilles tendon is covered with a fascial flap;
 c — partial wound suturing and full-thickness skin grafting

пола, возраст варьировал от 24 до 53 лет. Причины укорочения сухожилия в 3 случаях были связаны с длительной иммобилизацией нижней конечности в аппарате внешней фиксации, при этом во время лечения данных пациентов не осуществлялось удерживание переднего отдела стопы при помощи подстоппника или дополнительного стопного компонента. В одном случае укорочение ахиллова сухожилия было вызвано дисбалансом сгибателей и разгибателей стопы вследствие повреждения последних. Данному пациенту удлинение сухожилия с замещением дефекта по предложенному способу производилось одновременно с пластикой сухожилий разгибателей пальцев и передней большеберцовой мышцы. В двух случаях эквинусная установка стопы была идиопатической. Оба пациента были всесторонне обследованы: предшествующую травматизацию и перенесенные инфекционные заболевания отрицали, неврологический дефицит отсутствовал, а ультразвуковое исследование показывало состоятельность сухожилия и интактность парасухожильной ткани. Установить причину укорочения ахиллова сухожилия и эквинусного положения стопы у данных больных не удалось.

Ранний послеоперационный период у всех пациентов проходил гладко, краевых некрозов кожи выявлено не было. Прижимной валик снимали через 8–9 дней, швы удаляли через 2 нед. после вмешательства. Полное приживление кожного трансплантата было достигнуто во всех случаях. Иммобилизацию гипсовой лонгетой осуществляли 6 нед., в течение которых пациентам была запрещена опора на оперированную конечность. После прекращения иммобилизации назначали комплекс лечебной физкультуры и разрешали полную нагрузку на нижнюю конечность. Пациенты были осмотрены в среднем через 12 нед. после реконструкции. Функция ахиллова сухожилия была сохранена у всех пациентов, повторных разрывов не наблюдалось. Признаков инфекционных осложнений и формирования патологического рубца области оперативного вмешательства выявлено не было. Таким образом, у всех пациентов достигнут отличный эстетический и функциональный результат.

ОБСУЖДЕНИЕ

Нижняя треть задней поверхности голени ввиду малой смещаемости кожи, близкого расположения ахиллова сухожилия и небольшого количества местных пластических ресурсов является потенциально опасной для хирургических манипуляций [15]. Возможные осложнения, связанные с проблемами мягких тканей области ахиллова сухожилия, могут отодвинуть вопросы реконструкции самого ахиллова сухожилия на второй план. Оперативный доступ при подобных вме-

шательствах с целью выполнения шва или реконструкции должен учитывать особенности этого анатомического региона. Одной из главных задач при этом считается обязательное сохранение скользящего аппарата ахиллова сухожилия, а именно паратенона, который является основным источником кровоснабжения сухожилия [16, 17]. Кроме того, образующиеся после оперативного вмешательства грубые рубцы по задней поверхности в нижней трети голени могут быть весьма болезненными и затруднять ношение обуви с низким задником.

Помимо этого, в ходе выполнения доступа важно учитывать близкое расположение икроножного нерва, который в англоязычной литературе обычно обозначается как «суральный» (*n. suralis*). Пересечение данного нерва при выполнении оперативного доступа может стать причиной формирования болезненной невромы. Кроме того, поврежденный «суральный» нерв в последующем при необходимости не позволит использовать для восстановления мягкотканного покрова островковый кожно-фасциальный «суральный» лоскут, осевым питающим сосудом которого является как раз артерия, сопровождающая «суральный» нерв.

Также к факторам, влияющим на возможное формирование дефектов покровных тканей после оперативного вмешательства, могут относиться агрессивная хирургическая техника, во время которой происходит нарушение источников питания этой области, избыточное натяжение краев раны при ушивании, приводящее к ишемии кожи, и некорректный выбор оперативного доступа.

Известно довольно большое количество оперативных доступов для восстановления ахиллова сухожилия. Продольные доступы обеспечивают хороший обзор сухожилия, но при ушивании такой раны нередко возникает натяжение ее краев, что может повлечь за собой развитие краевых некрозов, а также образование свищей и инфекционных осложнений. Так, по мнению некоторых отечественных исследователей, продольные доступы, сформированные непосредственно над ахилловым сухожилием, требуют мобилизации малоподвижных тканей в области операционной раны, что, в свою очередь, приводит к формированию краевых некрозов в 8,5% случаев [18].

Некоторые авторы предпочитают в таких случаях использовать послабляющие надрезы кожи, для того чтобы минимизировать натяжение кожи [19, 20]. На наш взгляд, выполнение подобной манипуляции недопустимо, поскольку это практически не придает мобильности кожным краям, а только дополнительно травмирует и, следовательно, ухудшает кровоснабжение кожи в этой области. Более того, после выполнения продоль-

ного доступа с высокой вероятностью образуется гипертрофический кожный рубец, который постоянно травмируется при натяжении кожи (при тыльном сгибании стопы) и при давлении задника обуви.

Среди наиболее часто используемых также выделяют группу околосожильных доступов, при которых разрез производят по медиальному или латеральному краю сухожилия, полагая, что кожа в этой области более подвижная [21, 22].

Помимо линейных и дугообразных доступов, некоторые авторы предлагают использовать Z-образный разрез [23]. Так, S.M. Green и P.J. Briggs использовали прямую и обратную Z-пластику [24]. Методика выполнения данного способа заключается в формировании полнослойных треугольных кожных лоскутов с сохранением субдермальной сосудистой сети. Однако при этом остается высокая вероятность появления краевых некрозов в области угла кожного лоскута, что приводит к вторичному заживлению ран и возрастающему риску формирования дефекта мягких тканей.

Оперативные вмешательства, которые требуют удлиняющей пластики ахиллова сухожилия после его укорочения, чаще всего сопровождаются необходимостью пластического замещения дефекта покровных тканей. Это обусловлено тем что при устранении эквинусного положения стопы и выведении ее под углом 90° по отношению к голеностопному суставу ушивание кожи не представляется возможным из-за избыточного натяжения краев раны.

Предлагаемый нами оперативный доступ к ахиллову сухожилию позволяет при необходимости одномоментно заместить дефект мягких тканей методом пластики полнослойным кожным трансплантатом или значительно снизить риск последующего формирования дефекта кожи в этой области. В ходе осуществления оперативного доступа описанная методика предполагает выделение фасциально-жирового лоскута. Данный лоскут представляет собой хорошо кровоснабжаемый комплекс тканей, который является идеальной средой для приживления кожного трансплантата. Кроме того, он позволяет полноценно укрыть зону реконструкции ахиллова сухожилия, способствуя оптимальной регенерации сухожильной ткани и сохраняя скользящий аппарат сухожилия.

Поскольку одним из наиболее грозных осложнений при реконструкции ахиллова сухожилия является инфицирование и последующее форми-

рование дефекта мягких тканей задней поверхности голени, предотвращение подобной ситуации путем правильного планирования оперативного доступа становится одной из приоритетных задач для хирурга.

Замещение уже сформированных дефектов задней поверхности нижней трети голени является неочевидной проблемой реконструктивной хирургии. Использование местной кожной пластики этой области весьма ограничено и может привести к образованию еще большего дефицита мягких тканей. В этом случае такие методы, как использование встречных треугольных лоскутов или пластика лоскутом на широком основании, могут быть использованы только при очень небольших дефектах. Применение расщепленного кожного трансплантата возможно, только если дном дефекта окажется паратенон, неповрежденная фасция голени либо заранее подготовленная грануляционная ткань. В противном случае существует угроза отторжения трансплантата или формирования порочного изъязвляющегося рубца. Среди островковых лоскутов наиболее часто используются кожно-фасциальные «суральный» и медиальный подошвенный лоскут. При невозможности применения всех вышеуказанных способов методом выбора является свободная пересадка кровоснабжаемых комплексов тканей [13, 25, 26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный нами способ оперативного доступа при вмешательствах в области ахиллова сухожилия может быть актуален не только при коррекции эквинусной установки стопы, но и при любых повторных реконструкциях этой зоны, сопровождающихся повышенным риском послеоперационных осложнений. Основными преимуществами данного способа являются возможность создания широкого обзора в зоне реконструкции, сохранение скользящего аппарата ахиллова сухожилия, а также вынесение послеоперационного рубца из области постоянной нагрузки и возможность одномоментного замещения образующегося после оперативного вмешательства дефекта мягких тканей при необходимости. Наш опыт оперативного лечения пациентов с укорочением ахиллова сухожилия и выраженной эквинусной установкой стопы позволяет говорить о технической простоте выполнения данного доступа и позволяет рекомендовать его к использованию в травматолого-ортопедических отделениях любого уровня.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Цыбуль Е.С. — концепция и дизайн исследования, написание текста рукописи.

DISCLAIMERS

Author contribution

Tsybul E.S. — study concept and design, drafting the manuscript.

Родоманова Л.А. — концепция исследования, редактирование текста рукописи.

Мальшев В.И. — поиск и анализ публикаций, написание и редактирование текста рукописи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Возможный конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, протокол № 2 от 21.05.2024 г.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании и публикацию результатов.

Rodomanova L.A. — study concept, editing the manuscript.

Malyshev V.I. — literature search and review, drafting and editing the manuscript.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, protocol No 2, 21.05.2024.

Consent for publication. The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Hackenberg R.K., Täger S., Prangenberg C., Kabir K., Welle K. Reconstruction of Complicated Achilles Tendon Ruptures with Soft Tissue Defects – a Systematic Overview and Development of a Treatment Algorithm. *Z Orthop Unfall*. 2021;159(3):314-322. (In English, German). <https://doi.org/10.1055/a-1073-8516>.
2. Ho G., Tantigate D., Kirschenbaum J., Greisberg J.K., Vosseller J.T. Increasing age in Achilles rupture patients over time. *Injury*. 2017;48(7):1701-1709. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.04.007>.
3. Egger A.C., Berkowitz M.J. Achilles tendon injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017;10(1):72-80. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9386-7>.
4. Gross C.E., Nunley J.A. 2nd. Acute Achilles Tendon Ruptures. *Foot Ankle Int*. 2016;37(2):233-239. <https://doi.org/10.1177/1071100715619606>.
5. Cottom J.M., Sisovsky C.A. Neglected Achilles Tendon Ruptures. *Clin Podiatr Med Surg*. 2021;38(2):261-277. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2020.12.010>.
6. Buddecke D. Jr. Acute Achilles Tendon Ruptures. *Clin Podiatr Med Surg*. 2021;38(2):201-226. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2020.12.006>.
7. Середа А.П. Застарелые разрывы ахиллова сухожилия – как их лечить и возможно ли спонтанное сращение? Результаты укорачивающей тенопластики. *Травматология и ортопедия России*. 2018;(2):59-69. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-59-69>. Sereda A.P. Treatment Options for Neglected Achilles Tendon Ruptured: Wether Spontaneous Healing is Possible? *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(2):59-69. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-59-69>.
8. Liles J., Adams S.B. Jr. Management of Complications of Achilles Tendon Surgery. *Foot Ankle Clin*. 2019;24(3):447-457. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2019.04.008>.
9. McQuilling J.P., Sanders M., Poland L., Sanders M., Basadonna G., Waldrop N.E. et al. Dehydrated Amnion/Chorion Improves Achilles Tendon Repair in a Diabetic Animal Model. *Wounds*. 2019;31(1):19-25.

10. Rensing N., Waterman B.R., Frank R.M., Heida K.A., Orr J.D. Low Risk for Local and Systemic Complications After Primary Repair of 1626 Achilles Tendon Ruptures. *Foot Ankle Spec*. 2017;10(3):216-226. <https://doi.org/10.1177/1938640016676340>.
11. Lim J., Dalal R., Waseem M. Percutaneous vs. open repair of the ruptured Achilles tendon – a prospective randomized controlled study. *Foot Ankle Int*. 2001;22(7):559-568. <https://doi.org/10.1177/107110070102200705>.
12. Lin C.T., Chen S.G., Chen T.M., Dai N.T., Chang S.C. Bipedicled flap for the reconstruction of soft tissue defects of the Achilles tendon. *Ann Plast Surg*. 2015;74(4):484-487. <https://doi.org/10.1097/SAP.0b013e3182a1e508>.
13. Marchesi A., Parodi P.C., Brioschi M., Riccio M., Perrotta R.E., Colombo M. et al. Soft-tissue defects of the Achilles tendon region: Management and reconstructive ladder. Review of the literature. *Injury*. 2016;47 Suppl 4:S147-S153. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.07.053>.
14. Abraham E., Pankovich A.M. Neglected rupture of the Achilles tendon. Treatment by V-Y tendinous flap. *J Bone Joint Surg Am*. 1975;57(2):253-255.
15. Winnicki K., Ochała-Kłos A., Rutowicz B., Pękala P.A., Tomaszewski K.A. Functional anatomy, histology and biomechanics of the human Achilles tendon – A comprehensive review. *Ann Anat*. 2020;229:151461. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2020.151461>.
16. Soroceanu A., Sidhwa F., Aarabi S., Kaufman A., Glazebrook M. Surgical versus nonsurgical treatment of acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(23):2136-2143. <https://doi.org/10.2106/JBJS.K.00917>.
17. Pękala P.A., Henry B.M., Ochała A., Kopacz P., Tatoń G., Młyniec A. et al. The twisted structure of the Achilles tendon unraveled: A detailed quantitative and qualitative anatomical investigation. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(12):1705-1715. <https://doi.org/10.1111/sms.12835>.

18. Кисель Д.А., Файн А.М., Светлов К.В., Власов А.П., Лазарев М.П., Акимов Р.Н. и др. Оптимальный хирургический доступ при восстановлении ахиллова сухожилия. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье*. 2023;13(6):125-130. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.6.CLIN.15>.
Kisel' D.A., Fayn A.M., Svetlov K.V., Vlasov A.P., Lazarev M.P., Akimov R.N. et al. Optimal access for Achilles Tendon Repair. *Bulletin of the Medical Institute «REAVIZ» (Rehabilitation, Doctor and Health)*. 2023;13(6):125-130. (In Russian). <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.6.CLIN.15>.
19. Зулкарнеев Р.А., Ахметов З.Я. Повреждения ахиллова сухожилия и результаты оперативного лечения. *Казанский медицинский журнал*. 1989;70(6):429-431.
Zulkarnееv R.A., Akhmetov Z.Y. Achilles tendon injuries and results of surgical treatment. *Kazan Medical Journal*. 1989;70(6):429-431. (In Russian).
20. Миронова З.С., Черкасова Т.И., Башкиров В.Ф. Подкожные разрывы ахиллова сухожилия. Ташкент: Медицина; 1974. 114 с.
Mironova Z.S., Cherkasova T.I., Bashkirov V.F. Subcutaneous ruptures of Achilles tendon. Tashkent: Medicine; 1974. 114 p. (In Russian).
21. Di Stefano V.J., Nixon J.E. Achilles tendon rupture: pathogenesis, diagnosis and treatment by a modified pullout wire technique. *J Trauma*. 1972;12(8):671-677.
22. Li C.G., Li B., Yang Y.F. Management of acute Achilles tendon rupture with tendon-bundle technique. *J Int Med Res*. 2017;45(1):310-319. <https://doi.org/10.1177/0300060516677928>.
23. Inglis A.E., Sculco T.P. Surgical repair of ruptures of the tendo Achillis. *Clin Orthop Relat Res*. 1981;(156):160-169.
24. Green S.M., Briggs P.J. A reversed Z-plasty skin incision for Achilles tendon reconstruction. *Foot Ankle Surg*. 2002;8:277-280. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9584.2002.00340.x>.
25. Ehrl D., Heidekrueger P.I., Schmitt A., Liska F., Ninkovic M., Giunta R. et al. The Anterolateral Thigh Flap for Achilles Tendon Reconstruction: Functional Outcomes. *Plast Reconstr Surg*. 2019;143(6):1772-1783. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000005652>.
26. Zhou L., Wei J., Liu L., Tao S., Dong Z. Composite sural neurocutaneous flap with gastrocnemius tendon for repairing defects of Achilles tendon and overlying soft tissue. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2020;28(3):2309499020971863. <https://doi.org/10.1177/2309499020971863>.

Сведения об авторах

✉ Цыбуль Евгений Сергеевич — канд. мед. наук.

Адрес: Россия, 195427, г. Санкт-Петербург,

ул. Академика Байкова, д. 8

<https://orcid.org/0009-0001-8105-3635>

e-mail: na4med@inbox.ru

Родоманова Любовь Анатольевна — д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>

e-mail: rodomanovaliubov@yandex.ru

Малышев Владислав Иванович

<https://orcid.org/0009-0003-4609-7506>

e-mail: trauma@malyshevdoc.ru

Authors' information

✉ Evgeny S. Tsybul — Cand. Sci. (Med.)

Address: 8, Akademika Baykova st., St. Petersburg,

195427, Russia

<https://orcid.org/0009-0001-8105-3635>

e-mail: na4med@inbox.ru

Lyubov A. Rodomanova — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0003-2402-7307>

e-mail: rodomanovaliubov@yandex.ru

Vladislav I. Malyshev

<https://orcid.org/0009-0003-4609-7506>

e-mail: trauma@malyshevdoc.ru