УДК 616.74-018.38 *DOI: 10.26211/2658-4522-2026-8-1-105-112*

ТЕНДИНОПАТИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКУ И ЛЕЧЕНИЕ. ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Коноваленко К.А.[1], Гузалов П.И.[1,2]

[1]*Клиника высоких технологий «Белоостров», с.п. Юкковское, зд. 1, к. 1, Ленинградская область, 188640, Российская Федерация*

[2]*Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Пискаревский пр., д. 47, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация*

Резюме

Введение. Тендинопатия – это распространённое патологическое состояние, аффектирующее все стороны жизни пациента, вне зависимости от его возраста, пола и степени физической активности. Тендинопатия часто характеризуется неполным выздоровлением и склонностью к рецидивированию, что требует от клинициста глубоких познаний в патофизиологии, биомеханике и современных методах её терапии. Выбор адекватной стратегии лечения в данном случае представляется крайне важным.

Цель. Изучить, систематизировать и обобщить результаты актуальных исследований (2016-2025 гг.) и предшествующих фундаментальных работ, посвященных этиологии, механизмам развития, диагностике и современным стратегиям лечения тендинопатии.

Материалы и методы. Был произведён анализ 44 публикаций, поиск которых осуществлялся в международных базах данных PubMed, Scopus и Web of Science за период с 2016 по 2025 гг. В анализ дополнительно были включены фундаментальные исследования более ранних лет, имеющие значимое влияние на формирование современных представлений о патогенезе, диагностике и лечении тендинопатии.

Результаты. Развитие тендинопатии обусловлено сочетанием внутренних факторов (возраст, ожирение, диабет) и чрезмерной механической нагрузкой. Современные модели развития включают теорию «континуума» (стадийность процесса) и модель «нарушенного восстановления» (роль воспаления и клеточных изменений). Диагностика комплексна: клинический осмотр, визуализация (УЗИ с эластографией, МРТ), анализ биомаркеров и нейросетевые технологии. Основа лечения — кинезиотерапия. Эффективны ударно-волновая терапия и мануальные техники. Фармакотерапия дает лишь кратковременный эффект и не рекомендуется для длительного применения. Среди биологических методов выделяют PRP-терапию и стволовые клетки. При неэффективности консервативного лечения в течение 6–12 месяцев возможно хирургическое вмешательство. Наилучший результат достигается при комбинации методов, подобранных индивидуально. Профилактика включает оптимизацию нагрузок, использование ортопедических стелек, укрепление мышц и полноценное восстановление.

Обсуждение. Современные исследования демонстрируют, что тендинопатия имеет полиэтиологическую природу. Ведущие концепции «континуума» и «нарушенного восстановления» объясняют хронический характер заболевания и ограниченный эффект изолированных методов его терапии. При этом перспективным представляется дальнейшее исследование влияния дифференциации сухожильных стволовых клеток в ответ на физическую нагрузку.

Выводы. Тендинопатия представляет собой заболевание с многоуровневым патогенезом, требующее комплексного и индивидуализированного подхода. Наибольшую доказательную базу имеет лечебная физкультура, тогда как другие методы лечения играют вспомогательную роль. Отсутствие единых клинических стандартов обосновывает необходимость проведения крупных рандомизированных исследований. Будущие исследования должны быть направлены на уточнение роли воспаления, иммунного ответа и роли стволовых клеток в развитии тендинопатии, разработку достоверных биомаркеров, стандартизацию протоколов диагностики и биологической терапии, а также интеграцию искусственного интеллекта в диагностику этого состояния. Комплексный подход, сочетающий профилактические меры, раннюю диагностику и многоуровневое лечение, представляется наиболее эффективным способом снижения заболеваемости и улучшения исходов у пациентов с тендинопатией.

Ключевые слова: тендинопатия, ахиллово сухожилие, сухожилие надколенника, ротаторная манжета плеча, эксцентрические упражнения, PRP-терапия, физиотерапия, хирургическое лечение, профилактика, реабилитация.

Коноваленко К.А., Гузалов П.И. Тендинопатия: современные взгляды на патогенез, диагностику и лечение. Обзор зарубежной литературы // Физическая и реабилитационная медицина. – 2026. – Т. 8. – № 1. – С. 105-112. DOI: 10.26211/2658-4522-2026-8-1-105-112.

Konovalenko KA, Guzalov PI Tendinopatiya: sovremennye vzglyady na patogenez, diagnostiku i lechenie. Obzor zarubezhnoj literatury [Tendinopathy: actual aspects of pathogenesis, diagnosis and treatment: a review of foreign literature]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]. 2026;8(1):105-112. DOI: 10.26211/2658-4522-2026-8-1-105-112. (In Russian).

Кирилл Анатольевич Коноваленко / Kirill A. Konovalenko; e-mail: doctor@kirill-konovalenko.ru

TENDINOPATHY: ACTUAL ASPECTS OF PATHOGENESIS, DIAGNOSIS AND TREATMENT: A REVIEW OF FOREIGN LITERATURE

Konovalenko KA[1], Guzalov PI[1,2]

[1]*Beloostrov Clinic of High Technologies,*
1 Clinic Beloostrov, Yukki urban settlement, 188640 Leningrad Region, Russian Federation

[2]*North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,*
47 Piskarevsky Ave, 195067 St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Introduction. Tendinopathy is a widespread condition, that affects all aspects of patient's life, independently of age, sex or physical activity. It is commonly characterized by incomplete recovery and a tendency to recurrence, which requires clinicians to possess a deep understanding of pathophysiology, biomechanics, and modern therapeutic approaches. Therefore, selecting an appropriate treatment strategy becomes crucial.

Aim. To study, systematize, and summarize the results of recent researches (2016–2025) and earlier fundamental studies addressing the etiology, mechanisms of development, diagnosis, and modern treatment strategies for tendinopathy.

Materials and methods. A total of 44 publications identified through searches in international databases including PubMed, Scopus, and Web of Science for the period 2016–2025, were analyzed. In addition, earlier fundamental studies that significantly influenced current understanding of the pathogenesis, diagnosis, and treatment of tendinopathy were included in the analysis.

Results. The development of tendinopathy is caused by a combination of internal factors (age, obesity, diabetes) and excessive mechanical stress. Modern developmental models include the theory of the "continuum" (the stages of the process) and the model of "impaired recovery" (the role of inflammation and cellular changes). The diagnosis is comprehensive: clinical examination, imaging (ultrasound with elastography, MRI), biomarker analysis and neural network technologies. The basis of treatment is kinesiotherapy. Shock wave therapy and manual techniques are effective. Pharmacotherapy gives only a short-term effect and is not recommended for long-term use. Biological methods include PRP therapy and stem cells. If conservative treatment is ineffective for 6-12 months, surgical intervention is possible. The best result is achieved with a combination of individually selected methods. Prevention includes load optimization, the use of orthopedic insoles, muscle strengthening and full recovery.

Discussion. Current researches demonstrate that tendinopathy has a polyetiological nature. Two leading "continuum" and "failed healing" concepts explain the chronic course of the disease and the limited effectiveness of isolated treatment approaches. It seems, that further investigation into tendon stem cell differentiation in response to mechanical load appears to be the most promising.

Summary. Tendinopathy is a multifactorial disease that requires a comprehensive and individualized approach. It's exercise therapy has the strongest evidence base, while other treatment methods serve as adjunctive modalities. Obviously, the absence of unified clinical standards underscores the need for large randomized controlled trials. It appears, that future studies should aim to clarify the roles of inflammation, immune response, and stem cells in the development of tendinopathy, to identify reliable biomarkers, standardize diagnostic and biological therapy protocols, and integrate artificial intelligence into diagnostic algorithms. A comprehensive approach combining preventive strategies, early diagnosis, and multilevel treatment seems to be the most effective way to reduce disease prevalence and improve outcomes in patients with tendinopathy.

Keywords: tendinopathy, Achilles tendon, patellar tendon, rotator cuff, eccentric exercises, PRP therapy, physiotherapy, surgical treatment, prevention, rehabilitation.

Publication ethics. The submitted article has not been published before.

Conflict of interest. There is no information about the conflict of interests.

Source of financing. The study was not sponsored.

Received: 25.10.2025
Accepted for publication: 16.03.2026

Введение / Introduction

«Тендинопатия» – это обобщающий термин, включающий: воспаление, различные степени повреждения и (или) дегенерацию, использующийся для описания хронических болезненных состояний сухожилия, сложно поддающихся восстановлению [1]. В отличие от устаревшего понятия «тендинит», подразумевающего острое воспаление, современные данные свидетельствуют о преимущественно дегенеративных изменениях в сухожилиях при тендинопатии [2, 3]. Распространённость этой патологии в общей популяции оценивается примерно в 20-25%, а среди профессиональных спортсменов может превышать 40% [4]. Современное понимание клеточных и структурных механизмов развития тендинопатии требует пересмотра и систематизации подходов к ведению пациентов. В связи с этим целью настоящего обзора являются: анализ и обобщение современных данных о многофакторном патогенезе, передовых методах диагностики, а также об эффективности и месте различных стратегий

лечения и профилактики тендинопатии в арсенале современного клинициста.

Цель / Aim

Изучить иностранные литературные источники, посвящённые развитию, диагностике и лечению тендинопатии, обобщить результаты исследований последних лет (2016-2025 гг.), а также предшествующих фундаментальных работ, посвящённых распространённости, механизмам развития, клиническим проявлениям, диагностике и современным стратегиям лечения тендинопатии.

Материалы и методы / Materials and methods

Поиск публикаций осуществлялся в международных базах данных PubMed, Scopus и Web of Science за период с 2016 по 2025 г. В анализ дополнительно включены фундаментальные исследования более ранних лет, имеющие значимое влияние на формирование современных представлений о патогенезе и лечении тендинопатии. Для поиска использовались ключевые слова: tendinopathy, Achilles tendon, patellar tendon, rotator cuff, eccentric exercise, PRP therapy, physiotherapy, surgical treatment, prevention, rehabilitation. Критерии включения: публикации, представленные в рецензируемых научных журналах и индексированные в указанных базах данных; систематические обзоры, мета-анализы, клинические руководства, а также оригинальные исследования (рандомизированные контролируемые, когортные, проспективные и ретроспективные); работы, посвящённые диагностике, патогенезу, профилактике и лечению тендинопатии, включая поражения ахиллова сухожилия, связки надколенника и сухожилий вращательной манжеты плеча; статьи, содержащие сведения о немедикаментозных, медикаментозных, физиотерапевтических и хирургических методах лечения, а также о реабилитации и профилактике тендинопатии; публикации на английском и русском языках, доступные в полном объёме. Критерии исключения: работы, не имеющие непосредственного отношения к тендинопатии либо рассматривающие только сопутствующие заболевания (например, артрит, бурсит без аффектирования сухожилий); публикации без оригинальных данных (комментарии, письма в редакцию, краткие сообщения); дублирующиеся статьи; исследования с существенными методологическими ограничениями, снижающими достоверность результатов (например, отсутствие контрольной группы); публикации на языках, отличных от английского и русского.

Результаты / Results

Развитие тендинопатии у пациентов, ведущих как активный, так и сидячий образ жизни, предопределяет ряд факторов, подразделяющихся на внутренние и внешние. К внутренним факторам относятся: возраст, пол, ожирение, диабет и ревматоидные заболевания [5, 6]. Главным внешним фактором развития тендинопатии является ненормальная (чрезмерная) механическая нагрузка [7, 8]. Современная концепция тендинопатии предполагает две модели её развития. Первая модель непрерывная или «модель континуума». Cook и Purdam [2, 3] рассматривают тендинопатию как непрерывный процесс, включающий стадии: реактивной тендинопатии, дисфункции сухожилия и его дегенерации. Стадия реактивной тендинопатии характеризуется пролиферативной реакцией ткани без воспалительного процесса в ответ на острую перегрузку напряжением. Сухожилие утолщается из-за аккумуляции протеогликанов и увеличения содержания связанной ими воды при минимальных повреждении и сепарации коллагена. Следующая стадия дисфункции сухожилия характеризуется увеличением разрушения внеклеточного вещества, сепарацией коллагена, пролиферацией нетеноцитных фенотипов клеток и некоторым увеличением неоваскуляризации сухожилия. Финальная стадия дегенерации подразумевает дальнейший распад коллагена, клеточную смерть, экстенсивное прорастание сосудов и нервов, ведущие к самостоятельно необратимым дегенеративным изменениям сухожилия [9]. Наряду с описанной выше, рассматривается вторая модель «нарушенного восстановления». В её рамках воспаление при тендинопатии, в основном, играет роль в трёх клеточных компонентах: стромальном, иммуночувствительном и инфильтративном. Стромальный компонент представлен теноцитами, ответственными за ремоделирование и репарацию ткани. Иммуночувствительный компонент состоит из макрофагов и тучных клеток, отвечающих за повреждение ткани посредством высвобождения про- и противовоспалительных медиаторов. Инфильтративный компонент относится к иммунным клеткам, рекрутируемым теноцитами. Все три компонента скоординированы для налаживания взаимодействия между воспалительным ответом и ремоделированием внеклеточного вещества, влияющими на гомеостаз сухожилия. Активированные воспалительными медиаторами, теноциты и иммунные клетки рекрутируют Т-клетки, тучные клетки и макрофаги. При нормальном восстановлении это приводит к ремоделированию и выздоровлению сухожилия, однако при тендинопатии такой путь может привести к патологии. Теноциты отвечают секрецией некоторых воспалительных цитокинов и хемокинов, таких как интерлейкин-1β, интерлейкин-17, интерлейкин-33 и фактор некроза опухоли-α [10]. Помимо этого, наличие хондрогенных, остеогенных и адипогенных фенотипов клеток сухожилий, подверженных тендинопатии [11], предполагает роль стволовых клеток сухожилия в её развитии

и поддержании. Используя систему, способную прикладывать различные усилия растяжения клеток модели in vitro, для имитации повторяющейся механической нагрузки на сухожилия in vivo, удалось показать, что незначительная механическая нагрузка запускает дифференциацию сухожильных стволовых клеток в теноциты, в то время как значительная нагрузка приводит как к теноцитной, так и к нетеноцитной их дифференциации [12]. При нагрузке животного умеренной работой на беговой дорожке, наблюдались: увеличение пролиферации стволовых клеток сухожилия и продукция коллагена, в то время как интенсивная работа на беговой дорожке приводила к экспрессии генов, связанных с жировой, хрящевой и костной тканями (LPL, Sox-9, Runx-2, остерикс), и к экспрессии генов, связанных с сухожилиями (коллаген I и теномодулин) в связке надколенника и ахилловом сухожилии мышей [13]. Следовательно, нарушенная в ответ на чрезмерную механическую нагрузку дифференциация стволовых клеток сухожилия в нетеноциты может быть причиной развития дегенеративной тендинопатии. Диагностика тендинопатии представляет собой комплексный процесс, включающий: клиническое обследование, методы визуализации, молекулярные исследования и новые цифровые подходы. Клиническая картина остаётся основой постановки диагноза. Она включает: сбор анамнеза, оценку болевого синдрома при нагрузке и пальпации, а также использование стандартизированных опросников (например, VISA-A при тендинопатии ахиллова сухожилия) [14]. Характерными симптомами тендинопатии являются: локализованная боль при физической нагрузке, утренняя скованность и скованность при начале движения, снижение выносливости [15]. Ультразвуковое исследование позволяет выявить: изменение толщины сухожилия, дезорганизацию его структуры и признаки неоваскуляризации, однако информативность метода ограничена субъективностью оценки и зависимостью от опыта специалиста [16]. Перспективным направлением является использование ультразвуковых изображений для прогнозирования развития тендинопатии. Показано, что наличие структурных изменений сухожилий у бессимптомных пациентов может быть предиктором будущих клинических проявлений заболевания [17]. Это открывает возможности для скрининга и профилактики в группах высокого риска. Широкое распространение получает shear-wave эластография (SWE), позволяющая количественно оценивать жёсткость сухожилия. Согласно систематическим обзорам, метод обеспечивает чувствительное выявление патологических изменений и может использоваться для мониторинга процесса заживления, однако ограничен отсутствием единых протоколов и высокой вариабельностью оборудования [18, 19]. Магнитно-резонансная томография играет заметную роль в определении структурных изменений сухожилия. Например, количественные методики (T2-маппинг, T2*, T1ρ) выявляют биохимические изменения сухожилия до появления выраженной морфологической патологии [20, 21]. Применение ультракороткого времени эха (UTE) позволяет визуализировать ткани с быстрым T2-распадом (T2-релаксацией), включая сухожилия и места их костных прикреплений, что расширяет возможности ранней диагностики тендинопатии [22]. В последние годы возрастающий интерес вызывает изучение биомаркеров тендинопатии. Отмечается, что у пациентов с хронической тендинопатией ахиллова сухожилия могут изменяться уровни цитокинов и факторов роста. Так, у женщин с данной патологией наблюдались: снижение концентрации фактора некроза опухоли-α и тромбоцитарного фактора роста-BB, а также тенденция к уменьшению содержания интерлейкина-1β по сравнению с контрольной группой. Исследования воспалительных клеток выявили наличие макрофагов и экспрессию медиаторов воспаления в тканях сухожилия, подверженного тендинопатии, что указывает на участие иммунного ответа в патогенезе заболевания [23]. Однако результаты остаются гетерогенными, и биомаркеры пока рассматриваются, скорее, как перспективное направление исследований, нежели как повседневный диагностический инструмент. В последнее время активно изучаются алгоритмы машинного обучения для анализа изображений сухожилий. Систематические обзоры показывают, что нейронные сети, воспитанные на ультразвуковых данных, достигают высокой точности в автоматическом выявлении и классификации тендинопатии [24]. Отдельные исследования продемонстрировали эффективность искусственного интеллекта в диагностике патологии сухожилия надостной мышцы и ахиллова сухожилия [25]. Из-за того, что патогенетические механизмы тендинопатии остаются не до конца понятными, большинство методов её лечения направлено на устранение симптомов (таких как боль и отёк) без воздействия на первопричину, следовательно, лечение оказывается недостаточно эффективным. Как правило, изолированное применение одного метода (монотерапия) редко приводит к стойким и удовлетворительным результатам, ибо достоверно известно, что тендинопатия представляется спектром нарушений, происходящих из целого ряда этиологических факторов, таких как: механический, неврологический, генетический, их комбинация [26–28]. Наиболее признанным направлением лечения тендинопатии остаются программы лечебной физкультуры (кинезиотерапии). Оптимальные результаты достигаются при использовании эксцентрических упражнений, которые способствуют перестройке внеклеточного матрикса и

восстановлению прочности волокон коллагена, а также уменьшают выраженность болевого синдрома [29, 30]. На начальных этапах терапии оправдано включение изометрических упражнений, обладающих анальгезирующим эффектом и улучшающих нейромышечный контроль. Среди методов физиотерапии важное место занимает экстракорпоральная ударно-волновая терапия (ЭУВТ). Её действие связано со стимуляцией метаболизма и процессов тканевого ремоделирования. Наибольшая эффективность данного метода описана при лечении тендинопатии ахиллова сухожилия и связки надколенника, латерального эпикондилита, хотя единые стандарты параметров воздействия до сих пор не выработаны [31]. Изменение патологической биомеханики в результате использования мануальных техник и кинезиотерапии способствует дополнительному уменьшению боли и улучшению функции сухожилия, подверженного тендинопатии, потенциируя таким образом его восстановление [32]. Применение нестероидных противовоспалительных средств и локальных инъекций глюкокортикостероидов остаётся распространённой практикой для кратковременного снижения симптоматики при тендинопатии, однако длительное использование данных препаратов не рекомендовано, так как они могут усиливать дегенеративные изменения соединительной ткани и повышать риск разрыва сухожилия [30]. К числу наиболее изученных биологических интервенций относятся инъекции обогащённой тромбоцитами плазмы крови (PRP), использование которых продемонстрировало положительный эффект у пациентов с хронической тендинопатией связки надколенника, особенно при недостаточной эффективности кинезиотерапии [33]. При этом остаётся нерешённым вопрос стандартизации методов получения и введения PRP. Мезенхимальные стволовые клетки и стромально-сосудистая фракция жировой ткани рассматриваются как перспективные средства, обладающие выраженным регенеративным потенциалом. Ранние клинические данные подтверждают их безопасность и возможность восстановления структурной целостности сухожилия, однако необходимы масштабные исследования для подтверждения их эффективности [34]. При отсутствии положительной динамики на фоне консервативного лечения в течение 6–12 месяцев возможно применение оперативных вмешательств. Их ключевая задача — это удаление дегенеративно изменённых тканей, стимуляция процессов репарации и восстановление биомеханических характеристик сухожилия. К основным вариантам хирургического лечения относятся: открытые операции с резекцией патологически изменённых сегментов сухожилия; артроскопические и эндоскопические методики, позволяющие уменьшить травматичность и сократить сроки послеоперационного восстановления; декортикация или туннелизация мест костных прикреплений сухожилий, стимулирующие неоваскуляризацию; пластика сухожилия либо его усиление трансплантатами при значительных дефектах [35]. Большинство пациентов после хирургического лечения достигает существенного улучшения, однако следует учитывать вероятность осложнений — от развития инфекционных процессов до рецидивов. Поэтому, как правило, операция рекомендуется лишь при стойкой неэффективности других методов лечения [36]. Практика показывает, что наибольшая результативность терапии достигается при комбинации нескольких методов, адаптированных к стадии патологического процесса и особенностям пациента. Наиболее надёжные результаты демонстрируют сочетания тренировочных программ с физиотерапевтическими или биологическими вмешательствами [31, 32]. Ключевым фактором предупреждения развития тендинопатии является оптимизация физической активности. Постепенное увеличение тренировочных объёмов и интенсивности позволяет адаптировать сухожилия к нагрузке и снижает риск их микротравматизации [37]. Рекомендуется избегать резкого наращивания объёма нагрузки (более чем на 10% в неделю), особенно у спортсменов и лиц, ведущих активный образ жизни [38]. Нарушения осанки, биомеханики движений и дефекты походки (например, гиперпронация стопы) могут повышать нагрузку на сухожилия. Применение ортопедических стелек, коррекция техники бега и / или других специфических движений в спорте, а также укрепление мышц-стабилизаторов играют важную роль в снижении риска развития тендинопатии [39]. Регулярные силовые тренировки и выполнение упражнений на выносливость увеличивают толерантность сухожилий к нагрузкам. Особенно важны эксцентрические тренировки, которые укрепляют соединительнотканный каркас и улучшают механические свойства сухожилия [40]. Важным аспектом профилактики тендинопатии является чередование нагрузки и восстановления. Недостаточные периоды отдыха повышают вероятность микроповреждений, в то время как адекватный сон, восстановительные процедуры и грамотное планирование тренировочного процесса снижают риск хронической перегрузки [41]. Состояние сухожилий также тесно связано с общим метаболическим здоровьем. Дефицит витамина D, нарушение структуры коллагена, а также наличие ожирения или сахарного диабета увеличивают риск развития тендинопатии [42]. Поддержание нормального уровня микроэлементов, приём белков – производных коллагена, снижение употребления алкоголя [43], контроль массы тела и коррекция эндокринных нарушений являются важной составляющей

профилактики развития тендинопатии. Своевременное выявление начальных признаков перегрузки в виде боли при физической нагрузке, локальной гиперчувствительности и ранние интервенции позволяют предотвратить переход острого процесса в хроническую форму тендинопатии. Рекомендуется регулярный мониторинг состояния спортсменов и других лиц, подверженных постоянным повторяющимся нагрузкам [44].

Обсуждение / Discussion

Современные исследования демонстрируют, что тендинопатия имеет полиэтиологическую природу. Постепенно термин «тендинит», связанный с воспалительным процессом, уступил место более комплексным моделям. Несмотря на это, роль подострого, нейрогенного воспаления в развитии тендинопатии остаётся достаточно значимой. Сегодня ведущими считаются концепции «континуума» и «нарушенного восстановления», которые объясняют хронический характер заболевания и ограниченный эффект изолированных методов его терапии. Диагностика остаётся полимодальной задачей. Несмотря на то, что клиническое обследование и функциональные тесты по-прежнему являются фундаментом постановки диагноза, всё большее значение приобретают технологии визуализации и молекулярные маркеры. УЗИ и МРТ позволяют оценить морфологию и структуру сухожилия, в то время как новые подходы к диагностике тендинопатии, такие как shear-wave эластография, количественные МРТ-протоколы, ультракороткое время эхо (UTE), открывают возможность выявлять изменения на биохимическом уровне. В то же время отсутствие единых стандартов не даёт им пока выйти за рамки исследовательских проектов. Перспективно выглядят разработки в области биомаркеров и искусственного интеллекта: алгоритмы машинного обучения уже демонстрируют потенциал в автоматической классификации патологии сухожилий, однако требуют валидации в реальной клинической практике. Терапия тендинопатии базируется на программах лечебной физкультуры (кинезиотерапии) и, прежде всего, на эксцентрических упражнениях, которые улучшают структуру внеклеточного матрикса, выстраивают волокна коллагена вдоль линий стресса и снижают болевой синдром. Дополнительно применяются физиотерапевтические методики (ЭУВТ), мануальные техники, фармакологические средства (НПВС, инъекции ГКС) и биологические вмешательства (PRP, стволовые клетки). При отсутствии положительной динамики рассматривается возможность хирургического лечения: от открытой резекции до эндоскопических вмешательств и пластики сухожилия. Однако универсального протокола лечения тендинопатии пока не существует: эффективность большинства методов зависит от стадии заболевания и индивидуальных особенностей пациента. Профилактика тендинопатии включает: контроль режима нагрузок и отдыха, постепенное увеличение объёма и интенсивности тренировок, устранение биомеханических дефектов движений и поддержание общего метаболического здоровья. Раннее выявление симптомов и мониторинг групп риска позволяют предупредить хронизацию процесса.

Выводы / Summary

Тендинопатия представляет собой распространённое заболевание с многоуровневым патогенезом, где механические факторы сочетаются с клеточными и метаболическими изменениями. Диагностика основывается на клиническом осмотре и методах визуализации, в дополнение к которым постепенно внедряются: оценка биомаркеров и цифровые технологии. Наибольшую доказательную базу имеет лечебная физкультура, в частности, программы с эксцентрическими нагрузками. Другие методы (физиотерапия, фармакологические вмешательства, биологические подходы и хирургия) играют вспомогательную роль и должны подбираться индивидуально. Отсутствие единых клинических стандартов обосновывает необходимость проведения крупных рандомизированных исследований. Будущие исследования должны быть направлены на: уточнение патогенетических механизмов развития тендинопатии (роль воспаления, иммунного ответа и стволовых клеток сухожилия), разработку достоверных биомаркеров её определения, стандартизацию протоколов диагностики и биологических методов лечения (PRP, клеточные технологии), а также интеграцию искусственного интеллекта в клиническую диагностику и прогнозирование тендинопатии. Комплексный подход, сочетающий профилактические меры, раннюю диагностику и многоуровневое лечение, представляется наиболее эффективным способом снижения заболеваемости и улучшения исходов у пациентов с тендинопатией.

Этика публикации. Представленная статья ранее опубликована не была.

Конфликт интересов. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература / References

1. Sharma P, Maffulli N. Tendon injury and tendinopathy: healing and repair. J Bone Joint Surg Am. 2005 Jan;87(1):187-202. DOI: 10.2106/JBJS.D.01850.
2. Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? Br J Sports Med. 2016 Oct;50(19):1187-91. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095422.

3. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. Br J Sports Med. 2009 Jun;43(6):409-16. DOI: 10.1136/bjsm.2008.051193.
4. Wang Y, Zhou H, Nie Z, Cui S. Prevalence of Achilles tendinopathy in physical exercise: A systematic review and meta-analysis. Sports Med Health Sci. 2022 Mar 28;4(3):152-159. DOI: 10.1016/j.smhs.2022.03.003.
5. O'Neill S, Watson PJ, Barry S. A delphi study of risk factors for achilles tendinopathy- opinions of world tendon experts. Int J Sports Phys Ther. 2016 Oct;11(5):684-697.
6. Magnan B, Bondi M, Pierantoni S, Samaila E. The pathogenesis of Achilles tendinopathy: a systematic review. Foot Ankle Surg. 2014 Sep;20(3):154-9. DOI: 10.1016/j.fas.2014.02.010.
7. Pavlova AV, Shim JSC, Moss R, Maclean C, et al. Effect of resistance exercise dose components for tendinopathy management: a systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med. 2023 Oct;57(20):1327-1334. DOI: 10.1136/bjsports-2022-105754.
8. Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. J Orthop Sports Phys Ther. 2015 Nov;45(11):887-98. DOI: 10.2519/jospt.2015.5987.
9. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. Br J Sports Med. 2009 Jun;43(6):409-16. DOI: 10.1136/bjsm.2008.051193.
10. Millar NL, Murrell GA, McInnes IB. Inflammatory mechanisms in tendinopathy - towards translation. Nat Rev Rheumatol. 2017 Jan 25;13(2):110-122. DOI: 10.1038/nrrheum.2016.213.
11. Kannus P, Józsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. J Bone Joint Surg Am. 1991 Dec;73(10):1507-25.
12. Zhang J, Wang JH. Mechanobiological response of tendon stem cells: implications of tendon homeostasis and pathogenesis of tendinopathy. J Orthop Res. 2010 May;28(5):639-43. DOI: 10.1002/jor.21046. PMID: 19918904.
13. Zhang J, Wang JH. The effects of mechanical loading on tendons--an in vivo and in vitro model study. PLoS One. 2013 Aug 19;8(8):e71740. DOI: 10.1371/journal.pone.0071740. PMID: 23977130; PMCID: PMC3747237.
14. Scott A, Docking S, Vicenzino B, Alfredson H, et al. Sports and exercise-related tendinopathies: a review of selected topical issues by participants of the second International Scientific Tendinopathy Symposium (ISTS) Vancouver 2012. Br J Sports Med. 2013 Jun;47(9):536-44. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092329.
15. Theodorou A, Komnos G, Hantes M. Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. Arch Orthop Trauma Surg. 2023 Nov;143(11):6695-6705. DOI: 10.1007/s00402-023-04998-5.
16. Docking SI, Ooi CC, Connell D. Tendinopathy: Is Imaging Telling Us the Entire Story? J Orthop Sports Phys Ther. 2015 Nov;45(11):842-52. DOI: 10.2519/jospt.2015.5880.
17. McAuliffe S, McCreesh K, Culloty F, Purtill H, et al. Can ultrasound imaging predict the development of Achilles and patellar tendinopathy? A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2016 Dec;50(24):1516-1523. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096288. Epub 2016 Sep 15. PMID: 27633025.
18. Albano D, Basile M, Gitto S, Messina C, et al. Shear-wave elastography for the evaluation of tendinopathies: a systematic review and meta-analysis. Radiol Med. 2024 Jan;129(1):107-117. DOI: 10.1007/s11547-023-01732-4. Epub 2023 Oct 31. PMID: 37907673.
19. Steiner Q, Wang A, Slane L, Hetzel S, et al. Ultrasound quantitative characterization of tendinopathy with shear wave elastography in an ex vivo porcine tendon model. Eur Radiol Exp. 2025 Mar 20;9(1):33. DOI: 10.1186/s41747-024-00542-1.
20. Pintarić K, Vovk A, Salapura V, Snoj Ž, et al. Quantitative MRI Assessment of Supraspinatus Tendon Remodeling Following a Single Platelet-Rich Plasma Injection Using T2 Mapping and Relaxation Time Profiling. Diagnostics (Basel). 2025 Apr 21;15(8):1049. DOI: 10.3390/diagnostics15081049.
21. McNish R, Lohse K, Pruthi S, Hastings MK, et al. Achilles tendon assessment on quantitative MRI: Sources of variability and relationships to tendinopathy. Scand J Med Sci Sports. 2024 May;34(5):e14650. DOI: 10.1111/sms.14650.
22. Malhi BS, Jang H, Malhi MS, Berry DB, et al. Tendon evaluation with ultrashort Echo Time (UTE) MRI: A Systematic Review. Front Musculoskelet Disord. 2024;2:1324050. DOI: 10.3389/fmscd.2024.1324050.
23. Dakin SG, Newton J, Martinez FO, Hedley R, Gwilym S, Jones N, Reid HAB, Wood S, Wells G, Appleton L, Wheway K, Watkins B, Carr AJ. Chronic inflammation is a feature of Achilles tendinopathy and rupture. Br J Sports Med. 2018 Mar;52(6):359-367. DOI: 10.1136/bjsports-2017-098161.
24. Getzmann JM, Zantonelli G, Messina C, Albano D, Serpi F, Gitto S, Sconfienza LM. The use of artificial intelligence in musculoskeletal ultrasound: a systematic review of the literature. Radiol Med. 2024 Sep;129(9):1405-1411. DOI: 10.1007/s11547-024-01856-1.
25. Wu WT, Shu YC, Lin CY, Gonzalez-Suarez CB, et al. Harnessing Artificial Intelligence for Shoulder Ultrasonography: A Narrative Review. J Imaging Inform Med. 2025 Sep 12. DOI: 10.1007/s10278-025-01661-w.
26. Riley G. Chronic tendon pathology: molecular basis and therapeutic implications. Expert Rev Mol Med. 2005 Mar 24;7(5):1-25. DOI: 10.1017/S1462399405008963.
27. Wang JH. Mechanobiology of tendon. J Biomech. 2006;39(9):1563-82. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2005.05.011. Epub 2005 Jul 5. PMID: 16000201.
28. Kaux JF, Forthomme B, Goff CL, Crielaard JM, Croisier JL. Current opinions on tendinopathy. J Sports Sci Med. 2011 Jun 1;10(2):238-53.
29. Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, Cook J. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. Br J Sports Med. 2015 Oct;49(19):1277-83. DOI: 10.1136/bjsports-2014-094386.
30. Irby A, Gutierrez J, Chamberlin C, Thomas SJ, Rosen AB. Clinical management of tendinopathy: A systematic review of systematic reviews evaluating the effectiveness of tendinopathy treatments. Scand J Med Sci

Sports. 2020 Oct;30(10):1810-1826. DOI: 10.1111/sms.13734.
31. Notarnicola A., Maccagnano G., Tafuri S. et al. Shockwave therapy in musculoskeletal disorders: A systematic review and meta-analysis. Int J Mol Sci. 2024;25(21):11846. DOI:10.3390/ijms252111846.
32. Ragone F, Pérez-Guillén S, Carrasco-Uribarren A, Cabanillas-Barea S, Ceballos-Laita L, Rodríguez-Rubio PR, Cabanas-Valdés R. The Effects of Soft-Tissue Techniques and Exercise in the Treatment of Patellar Tendinopathy-Systematic Review and Meta-Analysis. Healthcare (Basel). 2024 Feb 7;12(4):427. DOI: 10.3390/healthcare12040427. PMID: 38391804; PMCID: PMC10887760.
33. Barman A, Sinha MK, Sahoo J, Jena D, Patel V, Patel S, Bhattacharjee S, Baral D. Platelet-rich plasma injection in the treatment of patellar tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. Knee Surg Relat Res. 2022 May 4;34(1):22. DOI: 10.1186/s43019-022-00151-5.
34. Obaid H, Connell D. Cell therapy in tendon disorders: what is the current evidence? Am J Sports Med. 2010 Oct;38(10):2123-32. DOI: 10.1177/0363546510373574.
35. Maffulli N, Longo UG, Denaro V. Novel approaches for the management of tendinopathy. J Bone Joint Surg Am. 2010 Nov 3;92(15):2604-13. DOI: 10.2106/JBJS.I.01744.
36. Willberg L, Sunding K, Forssblad M, Fahlström M, et al. Sclerosing polidocanol injections or arthroscopic shaving to treat patellar tendinopathy/jumper's knee? A randomised controlled study. Br J Sports Med. 2011 Apr;45(5):411-5. DOI: 10.1136/bjsm.2010.082446.
37. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? Br J Sports Med. 2016 Mar;50(5):273-80. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095788.
38. Soligard T., Schwellnus M., Alonso J.M. et al. How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. Br J Sports Med. 2016;50(17):1030–1041. DOI:10.1136/bjsports-2016-096581.
39. Neal B.S., Griffiths I.B., Dowling G.J. et al. Foot posture and lower limb overuse injuries in sport: A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2014;48(21):1611–1618. DOI:10.1136/bjsports-2013-092593.
40. Bohm S, Mersmann F, Arampatzis A. Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults. Sports Med Open. 2015 Dec;1(1):7. DOI: 10.1186/s40798-015-0009-9.
41. Saw AE, Main LC, Gastin PB. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. Br J Sports Med. 2016 Mar;50(5):281-91. DOI: 10.1136/bjsports-2015-094758.
42. Gaida JE, Ashe MC, Bass SL, Cook JL. Is adiposity an under-recognized risk factor for tendinopathy? A systematic review. Arthritis Rheum. 2009 Jun 15;61(6):840-9. DOI: 10.1002/art.24518.
43. Hijlkema A, Roozenboom C, Mensink M, Zwerver J. The impact of nutrition on tendon health and tendinopathy: a systematic review. J Int Soc Sports Nutr. 2022 Aug 3;19(1):474-504. DOI: 10.1080/15502783.2022.2104130.
44. Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. J Orthop Sports Phys Ther. 2015 Nov;45(11):887-98. DOI: 10.2519/jospt.2015.5987.

Поступила: 25.10.2025
Принята в печать: 16.03.2026

Авторы

Коноваленко Кирилл Анатольевич – врач физической и реабилитационной медицины, ООО «Мой медицинский центр Высокие технологии», мкр-н Всеволожский, с.п. Юкковское, тер. «Клиника «Белоостров», зд. 1, к. 1, 188640, Ленинградская область, Российская Федерация; e-mail: doctor@kirill-konovalenko.ru; https://orcid.org/0009-0007-5476-0194.

Гузалов Павел Иркинович – доктор медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской реабилитации ООО «Мой медицинский центр Высокие технологии», мкр-н Всеволожский, с.п. Юкковское, тер. «Клиника «Белоостров», зд. 1, к. 1, 188640, Ленинградская область, Российская Федерация; профессор кафедры физической и реабилитационной медицины ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, ул. Кирочная д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация; e-mail: guzalov@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-3379-8333.

Authors

Konovalenko Kirill Anatolyevich – physical rehabilitation medical doctor at Beloostrov Clinic of High Technologies, Clinic Beloostrov, 1 Yukki urban settlement, Vsevolozhsk District, 188640 Leningrad Region, Russian Federation; e-mail: doctor@kirill-konovalenko.ru; https://orcid.org/0009-0007-5476-0194.

Guzalov Pavel Irkinovich – Grand PhD in Medical Sciences (Dr. Med. Sci.), Deputy Medical Director for Rehabilitation at Beloostrov Clinic of High Technologies, Clinic Beloostrov, 1 Yukki urban settlement, Vsevolozhsk District, 188640 Leningrad Region, Russian Federation; Professor, Department of Physical and Rehabilitation Medicine of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 47 Piskarevsky Ave, 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: guzalov@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-3379-8333.