

EDN: <https://elibrary.ru/ulkqlr>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-5-333-340>

УДК 613.62

© Коллектив авторов, 2025

Дружинин В.Н.<sup>1</sup>, Суворов В.Г.<sup>1</sup>, Славинский А.А.<sup>1</sup>, Тройняков С.Н.<sup>2</sup>**Прецизионная рентгенодиагностика эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии пяточных шпор**<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 10527;<sup>2</sup>ГБУ «Инфекционная клиническая больница № 2 департамента здравоохранения города Москвы», 8-я ул. Соколиной горы, 15, Москва, 105275

**Введение.** Актуальность исследования обусловлена высокой распространённостью дегенеративно-дистрофических изменений и заболеваний костно-суставного аппарата в структуре заболеваний в целом в популяции и у лиц, работающих в контакте с вредными производственными факторами, т. е. может быть патологией в значительной мере и профессионально обусловленной.

**Цель исследования** — оптимизация рентгенодиагностики пяточных шпор на основе использования острофокусной цифровой рентгенографии и комплекса методических приёмов апостериорной рентгенометрии (рентгенограмметрии и рентгеноденситометрии).

**Материалы и методы.** Анализировались результаты клинко-рентгенологического обследования 135 горнорабочих (мужчин) очистных забоев: 65 человек — пациенты с инсерционной эндопатией, наличием кальцификатов в области прикрепления подошвенной фасции (подошвенная пяточная шпора) и ахилова сухожилия к пяточной кости (дорсальная пяточная шпора), 70 человек — лица контрольной группы с отсутствием клинических проявлений и инструментально улавливаемых признаков мультифокальной аккумуляцией кристаллов кальция фосфатов в периоссальных тканях стоп. Все измерения выполнялись с помощью рабочей станции врача ЛИНС Махаон. Оценка данных проводилась на начальном этапе исследования, перед применением терапии, сразу после лечения (через 3 месяца от начала и через 12 месяцев после заключительного сеанса экстракорпоральной ударно-волновой терапии (ЭУВТ) при помощи аппарата Piezo Wave (Richard Wolf, Австрия), т. е. в динамике в фазах: покоя, резорбции и восстановления.

**Результаты.** Использование комплекса современных медицинских технологий в аспекте решения задачи совершенствования диагностики пяточных шпор позволило объективизировать интенсивность дезинтеграционных процессов в процессе оценки эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии на различных её этапах в динамике наблюдений.

**Ограничения исследования.** Численная ограниченность и относительно большая удалённость пациентов (Восточная Сибирь) от места углублённого обследования (Москва).

**Заключение.** Применение цифровой диагностической рентгенографии в режиме острого фокуса с последующей апостериорной рентгенометрией при использовании возможностей программного обеспечения исследований расширяет перспективы получения достаточно объективной рентгенометрической (рентгенограмметрической и рентгеноденситометрической) информации (том числе у работающего населения в амбулаторных условиях) без привлечения дополнительно затратной и не всегда доступной аппаратной диагностики от КТ и МРТ. Рентгенометрические показатели при оценке состояния периоссальных мягкотканых структур пяточной кости и феномена дезинтеграции кальцинов в зонах интереса открывают реальную возможность прецизионно оценить эффективность физиотерапевтического метода ЭУВТ пяточных шпор.

**Этика.** Исследование не требовало заключения этического комитета.

**Ключевые слова:** рентгеноденситометрия; кальцифицирующая тендинобурсопатия стопы; экстракорпоральная ударно-волновая терапия

**Для цитирования:** Дружинин В.Н., Суворов В.Г., Славинский А.А., Тройняков С.Н. Прецизионная рентгенодиагностика эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии пяточных шпор. *Мед. труда и пром. экол.* 2025; 65(5): 333–340. <https://elibrary.ru/ulkqlr> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-5-333-340>

**Для корреспонденции:** Дружинин Валентин Николаевич, e-mail: [druzhinin@mail.ru](mailto:druzhinin@mail.ru)

**Участие авторов:**

Дружинин В.Н. — концепция и дизайн исследования, сбор данных, написание текста;

Суворов В.Г. — сбор и обработка данных;

Славинский А.А. — редактирование;

Тройняков С.Н. — статистический анализ.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 24.04.2025 / Дата принятия к печати: 30.05.2025 / Дата публикации: 05.07.2025

Valentin N. Druzhinin<sup>1</sup>, Vadim G. Suvorov<sup>1</sup>, Alexey A. Slavinsky<sup>1</sup>, Sergey N. Troynyaakov<sup>2</sup>**Precision X-ray diagnostics of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy of heel spurs**<sup>1</sup>Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, 105275;<sup>2</sup>Infectious Diseases Clinical Hospital No. 2 of the Moscow City Health Department, 15, 8 Sokolinaya Gora St, Moscow, 105275

**Introduction.** The relevance of the study is due to the high prevalence of degenerative-dystrophic changes and diseases of the musculoskeletal system in the structure of diseases in the general population and among people working in contact with harmful industrial factors, i.e. it can be a pathology to a large extent and professionally caused.

**The study aims** to optimize the X-ray diagnosis of heel spurs based on the use of sharp-focus digital radiography and a set of methodological techniques for posteriori radiometry (radiography and X-ray densitometry).

**Materials and methods.** The authors analyzed the results of clinical and X-ray examination of 135 miners (men) of the treatment faces: 65 people were patients with insertion endopathy, calcifications in the area of attachment of the plantar fascia (plantar heel spur) and Achilles tendon to the calcaneus (dorsal heel spur). The control group consisted of 70 people without clinical manifestations and instrumentally detectable signs of multifocal accumulation of calcium phosphate crystals in the periosteal tissues of the feet. The specialist performed all measurements using Dr. LINS Machaon's workstation. The scientists evaluated the data at the initial stage of the study, before the use of therapy, immediately after treatment (3 months after the start and 12 months after the final session of extracorporeal shock wave therapy (SWT) using a piezo wave device (Richard Wolf, Austria), i.e. in dynamics according to the phases of rest, resorption and recovery.

**Results.** The use of a complex of modern medical technologies in the aspect of solving the problem of improving the diagnosis of heel spurs made it possible to objectify the intensity of disintegration processes in the process of evaluating the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy at its various stages in the dynamics of observations.

**Limitations.** Numerical limitations and relatively large distance of patients (Eastern Siberia) from the site of in-depth examination (Moscow).

**Conclusion.** *The use of digital diagnostic radiography in the acute focus mode followed by a posteriori renngometry using the capabilities of research software expands the prospects for obtaining sufficiently objective radiometric (X-ray and X-ray densitometric) information (including from the working population in outpatient settings) without involving additional, expensive and not always available hardware diagnostics using CT and MRI. Radiometric parameters in assessing the condition of the periosteal soft tissue structures of the calcaneus and the phenomenon of calcinate decay in the areas of interest open up a real opportunity to accurately assess the effectiveness of the physiotherapeutic SWT method of heel spurs.*

**Ethics.** The study did not require the conclusion of an Ethics Committee.

**Keywords:** X-ray densitometry; calcifying tendinopathy of the foot; extracorporeal shock wave therapy

**For citation:** Druzhinin V.N., Suvorov V.G., Slavinsky A.A., Troynyakov S.N. Precision X-ray diagnostics of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy of heel spurs. *Med. truda i prom. ekol.* 2025; 65(5): 333–340. <https://elibrary.ru/ulkqlr> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-5-333-340> (in Russian)

**For correspondence:** Valentin N. Druzhinin, e-mail: [druzhinin@mail.ru](mailto:druzhinin@mail.ru)

**Contributions:**

Druzhinin V.N. — research concept and design, data collection, text writing;

Suvorov V.G. — data collection and processing;

Slavinsky A.A. — editing;

Troynyakov S.N. — statistical analysis.

**Funding.** The study had no funding.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received: 24.04.2025 / Accepted: 30.05.2025 / Published: 05.07.2025

**Введение.** Пяточная шпора — многофакторное заболевание, в основе которого лежат патологические изменения подошвенной (плантарной) фасции, ахиллова сухожилия, а также костной ткани в области пяточной кости. Среди болезней стоп подошвенная пяточная шпора занимает одну из лидирующих позиций после плоскостопия и косолапости. Число диагностируемых случаев развития пяточной шпоры, которая в отечественной и зарубежной литературе описывается под рубрикой «фасциит» (фасциоз) сегодня имеет тенденцию к увеличению. Ежегодно свыше 2 млн человек сталкиваются с этим заболеванием. Данная патология опорно-двигательного аппарата ежегодно диагностируется у 10% от всех ортопедических заболеваний, может проявиться в любом возрасте, но чаще всего страдают люди после 45 лет с большей предрасположенностью у женщин. У людей молодого и среднего возраста появлению заболевания способствуют такие факторы, как избыточный вес, постоянное ношение обуви на высоких каблуках, повышенное раздражение надкостницы пяточной кости при специфических нагрузках у спортсменов и лиц с длительным статическим положением на производстве, чья профессиональная деятельность связана с продолжительным нахождением на ногах, или ходьбу на большие расстояния по твёрдой поверхности (продавцы, хирурги, танцоры, охранники, медицинский персонал, преподаватели, легкоатлеты, футболисты, волейболисты, грузчики, строители, парикмахеры, операторы станков) [1–3].

Связь трудового анамнеза с выраженностью клинко-рентгенологических проявлений пяточных шпор изучена недостаточно. Имеются лишь отдельные исследования, вместе с тем, установлено, что наибольшее количество пациентов составляют трудоспособные лица старше 46 лет (80%) и с относительно большим трудовым стажем от 26

до 35 лет (50%). При этом наибольший удельных вес занимают трудоспособные больные в возрасте 46–55 лет (40,8%), большинство из которых представлено женщинами (30,8%). При оценке распределения больных в зависимости от сферы деятельности было установлено, что наибольшее количество пациентов составляли занятые в промышленности (49,2%). Среди обследованных лиц 50% находились в течение дня преимущественно в вертикальном положении и испытывали осевые нагрузки на нижние конечности, при этом 37,5% выполняли работу, связанную с постоянным отягощением стоп [3]<sup>1</sup>.

В доступной литературе исследований, посвящённых проблемам оптимизации диагностики и физиотерапии пяточных шпор у работающего контингента, отягощённого нелёгкими условиями подземных горнорабочих труда, не отмечается. Сегодня, благодаря рентгенологическим исследованиями и методами магнитно-резонансной диагностики, установлено, что большинство остеофитов располагаются в плоскости фасции. Факторами риска развития фасциита могут являться врождённые особенности костно-суставного аппарата (плоско-вальгусная деформация, продольное и поперечное плоскостопие), хронические заболевания опорно-двигательного аппарата (болезнь подагра, сколиоз, остеохондроз, деформирующий артроз тазобедренного или коленного суставов, артрозы различной этиологии, сахарный диабет, атеросклероз, облитерирующий эндартериит) и естественные процессы старения (дегенеративно-дистрофические процессы в опорно-двигательной системе), приводящие к непра-

<sup>1</sup> Цимбал А.Н. Морфобиохимическая характеристика стоп и оценка эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии при плантарном фасциите. Дисс. докт. мед. наук. Москва; 2013.

вильному с анатомической точки зрения распределению нагрузки на стопы. Патогенез заболевания связан с микротравмами связки и надкостницы участке её прикрепления к кости, развитием очагов асептического воспаления с болевым синдромом, где депонируются соли кальция, образуя в месте прикрепления плантарной фасции («нижняя» шпора) к надкостнице пяточной кости, или в месте прикрепления ахиллова сухожилия к надкостнице пяточной кости («верхняя» шпора).

Сегодня выделяют три стадии развития пяточной шпоры:

- энтезопатия – область структурных изменений,
- асептический плантарный фасциит или асептический ахиллотендиит,
- кальцификация патологических участков, завершающаяся формированием остеофита.

Ведущий признак наличия пяточной шпоры — боль в пятке при нагрузке на стопу, которая может быть локальной или распространяться по всей пяточной области. Боль во время ходьбы провоцирует появление хромоты и изменение походки. При этом интенсивность болевого синдрома зависит не столько от величины дефекта, сколько от степени воспаления окружающих тканей. При наличии клиники тендинита и бурсита, как собственно ахиллова сухожилия, так и синдрома Хаглунда (ретрокальканеальный бурсит и импинджмент-теннопатия ахиллова сухожилия из-за «бугристости Хаглунда»), может происходить кальцинирование сухожильных волокон, приводящее к формированию пяточной шпоры [4–6].

Диагноз заболевания устанавливается на основании комплексного обследования: опрос, осмотр, пальпация, лабораторные методы (общий и биохимический анализ крови, С-реактивный белок, уровень мочевой кислоты, ревматоидный фактор) и инструментальные методы диагностики: (ультразвуковое исследование УЗИ, рентгенография, магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ)). Лечение пяточной шпоры нацелено на купирование боли и воспаления, улучшение качества жизни пациента и профилактику осложнений. Чаще всего используется консервативная терапия, которая включает: использование нестероидных и реже гормональных противовоспалительных средств, ультразвук, магнито- и лазеротерапию и реже рентгенотерапию. Указанные процедуры купируют воспаление, стимулируют регенерацию тканей, улучшают кровоснабжение в патологических участках и улучшают трофические процессы. В результате достигается обезболивающий эффект, однако они применяются преимущественно в качестве симптоматической терапии, поскольку не способны существенно повлиять на течение заболевания [7, 8].

Из физиотерапевтических процедур обычно применяют электрофорез лечебных препаратов, например, гидрокортизоновой мази, прогревание тканей с помощью ультразвуковых волн и грязевых ванн. Кроме вышперечисленных, наиболее эффективным сегодня считается высокочастотная экстракорпоральная ударно-волновая терапия (ЭУВТ, extracorporeal shock-wave therapy, ESWT). Воздействие на ткани организма акустическими импульсами различной амплитуды или ударными волнами сопровождается возникновением кавитационных явлений, что ведёт к разрушению камней (кальцификатов, оссификатов), к уменьшению избыточных разрастаний соединительной ткани в фасциях и сухожилиях. Оказывая разрушающее действие на отложения минералов, эта процедура устра-

няет воспалительные симптомы (боль, отёчность), предотвращает рубцевание, блокирует нервные рецепторы, улучшает биомеханику стопы, повышает эластичность сухожилий и связок, активирует регенеративные процессы. ЭУВТ может использоваться как самостоятельный метод, но чаще (для блокады болевого синдрома и отёка в пяточной области) в комбинации с инъекционным введением гормональных средств (кортизон, гидрокортизон, дипроспан, флостерон). Эффективность метода сравнима с методом виброакустической терапии (фонированием), представляющей собой передачу звуковой микровибрации с диапазоном частот от 30 до 20 000 Гц на тело человека с помощью, например, медицинского аппарата «Витафон», положительный результат достигается уже через 2–3 недели и наиболее ощутимо через 3 и более месяцев (уменьшение или исчезновение пяточной шпор), поэтому его обычно назначают в тех случаях, когда другие методы не дали положительных результатов [9–13].

Общеизвестно, что диагностика костных пяточных шпор и, в частности, основанная на ультразвуковой и рентгеновской визуализации, обычно успешно осуществляется при наличии лишь сравнительно больших остеофитов по размерам и достаточно плотных по структуре. Проблематичным является выявление начальных изменений в периоссальных мягких тканях, патогномоничных клинике оцениваемой патологии, как на этапе первичной диагностики, так и в динамике её регрессии вследствие выполнения соответствующих лечебных мероприятий.

В настоящем исследовании представлены материалы, демонстрирующие эффективность микрофокусной рентгенографии с последующей рентгенометрией в диагностике начальных проявлений костных шпор пяточной кости и дегенерации их достаточно выраженных и резистентных к консервативному лечению форм после использования монотерапии ЭУВТ в мониторинге наблюдений.

**Цель исследования** — оптимизация рентгенодиагностики пяточных шпор на основе использования острофокусной цифровой рентгенографии и комплекса методических приёмов апостериорной рентгенометрии (рентгенограмметрии и рентгеноденситометрии).

**Материалы и методы.** Выполнен сравнительный ретроспективный анализ результатов комплексного динамического клинико-рентгенологического обследования 135 трудоспособных мужчин, находившихся в возрастном диапазоне 37–56 лет при среднем стаже работы в профессии  $16,5 \pm 2,3$  года (горнорабочие очистных забоев — ГРОЗ), обследованные по поводу подозрения на вибрационную болезнь, связанную с воздействием преимущественно локальной вибрации и физической нагрузкой прежде всего с высокой и длительной ударной нагрузкой на пятку в положении стоя на твёрдых поверхностях.

Основную группу (65 человек) составили пациенты с наличием инсерционной эндопатии и наличием кальцификатов в области прикрепления подошвенной фасции и ахиллова сухожилия к пяточной кости, но не по причине механических повреждений спинного мозга, посттравматических параоссальных оссификаций, не имевших дисфункции центральной нервной системы вследствие сосудистых, инфекционных и бластоматозных процессов. Динамическая визуальная и прецизионная оценка выполнялась в фазах: покоя, резорбции и восстановления. В контрольную группу (70 человек) вошли лица с отсутствием клинических проявлений и инструментально улавливаемых признаков мультифокальной аккумуляцией

кристаллов кальция фосфатов в периоссальных тканях стоп. В цикл лечения с использованием ЭУВТ вошли пациенты с учётом общих противопоказаний для проведения физиотерапии, рутинное консервативное лечение которых (нестероидные противовоспалительные препараты, пяточные вкладыши, локальные инъекции стероидных препаратов) оказалось малоэффективным.

В качестве критериев эффективности терапии были определены:

- боль в состоянии покоя, измеренная с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) [14],
- размеры (площадь кальцификации (в мм<sup>2</sup>),
- оптическая плотность и градиент плотности кальцификата.

Визуализация морфологического субстрата аккумуляции кристаллов кальция фосфата в параоссальных тканях пяточной кости обеспечивалась данными УЗИ и стандартной цифровой рентгенографией (профильная проекция в микрофокусном режиме работы при соблюдении следующих технических условий: напряжение 55–60 kV, сила тока 4,7–5,8 mA). Все измерения выполнялась с помощью рабочей станции врача ЛИНС Махаон. Оценка данных проводилась на начальном этапе исследования перед применением терапии, сразу после лечения и через 12 месяцев после заключительного сеанса ЭУВТ при помощи аппарата Piezo Wave (Richard Wolf, Австрия). В данном аппарате реализуется пьезоэлектрический принцип генерации ударных волн с использованием чашеобразного аппликатора. Курс лечения состоял из 7 процедур (уровень энергии до 0,800 мДж/мм<sup>2</sup>, частота 4 Гц интенсивность 3000 импульсов / сеанс) с интервалом между ними 5–6 дней Статистическую обработку цифрового материала проводили с помощью вариационно-статистических методов. Вычислялись такие параметры, как M-среднее значение, m-ошибка среднего значения, n-число в анализируемой группе, p-уровень статической значимости различий.

Исследования выполнялось с соблюдением требований медицинской этики и добровольно полученным письменным информированным согласием обследуемых. ЭУВТ показывает лучшие результаты на первоначальном этапе формирования пяточной шпоры. На патологическую область воздействуют УЗ-волнами с заданными характеристиками. Это позволяет добиться следующих результатов: разрушение отложения кальция; блокировка дальнейшего развития патологии; снижение отёчности тканей; активизация процесса регенерации.

ЭУВТ характеризуется локальным воздействием непосредственно на костный шип, что приводит к уменьшению его размера или полному рассасыванию. Ультразвуковые волны разрыхляют кальциевые образования, из которых формируется шпора. В дальнейшем минеральные отложения вымываются кровотоком и выводятся из организма. ЭУВТ — это современный абсолютно не травматичный метод лечения различных заболеваний опорно-двигательного аппарата (пяточная шпора, подошвенный фасциоз, эпикондилиты, плечелопаточный периартрит, замедленное заживление переломов) с использованием волнового воздействия под давлением на поражённую область. назначили 8 сеансов УВТ. Первые 5 сеансов делали через день, последние 3 раза — через 2 дня. Сама процедура достаточно быстрая — длится 5–7 минут на одну пятку (максимально можно делать до 13 сеансов). Данная методика терапии на сегодняшний день единственное, что может разбить пяточную шпору, а не просто на время снять боль.

В зависимости от частоты ударно-волновых импульсов и уровня интенсивности эффект может быть разрушительным, обезболивающим или стимулирующим.

**Результаты и обсуждение.** Для корректной оценки и интерпретации показателей оптической плотности в зонах интереса (в актуальных зонах, где визуально выявлялись собственно костные шпоры и в нейтральных зонах, где таковые отсутствовали) у лиц основной группы были выполнены целенаправленные исследования, направленные на выяснения их количественных значений в тех же зонах интереса у лиц контрольной группы, которые в определённой степени рассматривались как характерные для популяции. Выявлено, что показатели рентгеноденситометрии в отделах интереса (плантарная фасция и ахиллово сухожилие правой и левой нижних конечностей у лиц контрольной группы), как в критических (актуальных), где обычно обнаруживаются фокусы или участки кальцификации, так и в нейтральных зонах, где они обычно не встречаются, обнаруживают количественные в зависимости от локации специфически определённые, но недостоверные отличия (*табл. 1*).

Анализ рентгенологической картины пяточных костей и их мягкотканного периоссального компонента, представленных как на рентгеновских плёнках, так и на экране монитора, позволил определить наличие рентгеноморфологических признаков характерных для пяточных шпор различных размеров и локализаций (в области прикрепления к костям плантарной фасции и ахиллово сухожилия) и таким образом подтвердить данные УЗИ исследований. Процесс дезинтеграции кальцификатов по результатам рентгеноденситометрии в исследованных отделах интереса после применения ЭУВТ на различных этапах демонстрируют данные, представленные в *таблице 2*.

Наиболее интенсивно этот процесс наблюдался после окончания 1-го этапа терапии, как по нативным показателям оптической плотности, так и по градиентам оптической плотности. Менее интенсивно, но также статически достоверно значимо, происходило снижение этих показателей после выполнения 2-го этапа терапии. На третьем этапе рентгенодиагностики последствий ЭУВТ, т. е. спустя 12 месяцев после окончания указанной физиотерапии, у 85% обследованных пациентов основной группы показатели рентгеноденситометрии оцениваемых периоссальных отделов пяточных костей значительно отличались от таковых при первичном рентгенологическом обследовании, лишь незначительно отличаясь от показателей, характерных для контрольной группы (свойственных для соответствующей возрастной популяционной нормы).

При общей положительной тенденции картины дезинтеграции кальциатов при использовании ЭУВТ темпы снижения показателей оптической плотности кальциатов у пациентов основной группы, равно как и их размеры, имели индивидуальные отличия, обнаруживая зависимость прежде всего от их первоначальных количественных характеристик. Практически во всех оцениваемых случаях при использовании ЭУВТ отмечалась её хорошая переносимость и стойкий нарастающий положительный эффект.

Как правило, наибольшую изначальную плотность при относительно меньших размерах по сравнению с зоной прикрепления плантарной фасции обнаруживали кальцинаты в зоне прикрепления ахиллово сухожилия к пяточной кости. В дальнейшем на следующих этапах исследования наблюдалась обратная картина соотноше-

Таблица 1 / Table 1

**Результаты рентгеноденситометрии периоссальных отделов пяточных костей у лиц контрольной группы по показателю оптической плотности и её градиенту ( $Sx \pm sx$ )****Results of radiodensitometry of periossal calcaneal bones in control group individuals in terms of optical density and its gradient ( $Sx \pm sx$ )**

Отделы интереса / Sections of interest	Зоны интереса* / Areas of interest	Оптическая плотность / Optical density (OD)	Градиент плотности / Density gradient (ODG)
Правое ахиллово сухожилие / Right Achilles tendon	1	564±43,90*	32±9,96*
	2	532±46,17	
Правая плантарная фасция / Right plantar fascia	1	573±38,16*	67±12,87*
	2	506±36,95	
Левое ахиллово сухожилие / Left Achilles tendon	1	567±41,72*	30±10,90
	2	537±44,58	
Левая плантарная фасция / Left plantar fascia	1	572±40,24	68±12,80
	2	504±38,66	

Примечание: 1 — актуальная зона, 2 — нейтральная зона, \* — разница показателей рентгеноденситометрии относительно контралатеральной конечности статистически не достоверна ( $p < 0,05$ ).

Note: 1 — current zone, 2 — neutral zone, \* — the difference in X-ray density measurements relative to the contralateral limb is not statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Таблица 2 / Table 2

**Результаты рентгеноденситометрии параоссальных отделов пяточных костей у лиц основной группы по показателям оптической плотности и её градиенту ( $Sx \pm sx$ ) в динамике наблюдений****Results of X-ray diffraction of the periossal sections of the calcaneus in the main group of individuals in terms of optical density and its gradient ( $Sx \pm sx$ ) in the dynamics of observations**

Отделы интереса (кальцинации) / Sections of interest (calcifications)	Этапы исследований / Stages of research	Оптическая плотность в зонах интереса* / OD in areas of interest		Градиент плотности / ODG
		1	2	
Ахиллово сухожилие / Achilles tendon	I	1183±44,52	539±33,10	644±34,97
	II	813±33,48*	530±35,09	283±41,89*
	III	650±33,15*	533±34,20	117±32,00*
Плантарная фасция / Plantar fascia	I	1309±44,70	516±32,80	793±41,96
	II	789±32,66*	512±37,81	277±32,20*
	III	527±33,30*	424±4,87	103±31,86*

Примечание: 1 — актуальная зона, 2 — нейтральная зона, \* — разница относительно предыдущего исследования статистически достоверна ( $p < 0,05$ ).

Note: 1 — current zone, 2 — neutral zone, \* — the difference relative to the previous study is statistically significant ( $p < 0.05$ ).

ний по названным рентгенометрическим показателям. При относительно крупных размерах пяточной шпоры, когда ЭУВТ не смогла их полностью ликвидировать, положительный терапевтический эффект всё равно достигался за счёт усиления кровообращения и снижения болевых ощущений (на 25% снижалась боль в центре депонированного кальцификата сразу же после воздействия ультразвуком, тогда как в других рядом расположенных участках боль постепенно исчезала в течение 5–7 часов). Выраженность болевого синдрома до начала терапии достигала 7,4±0,5 балла, три месяца спустя снизилась до 4,5±0,6 балла, а через 12 месяцев от начала терапии составила лишь 0,5±0,3 балла).

Механизм действия ЭУВТ на мягкотканые структуры связан с тем, что в очаге воспаления меняется проницаемость клеточных мембран. Фокусированная ударная волна действует избирательно: здоровые клетки пропускают энергию ударной волны, а воспалённые — разрушаются. Эффект кавитации вызывает дезинтеграцию кристаллов солей кальция (кальцинирующих фибробластов) и участков фиброза, что облегчает их рассасывание макрофагами.

Вещества, образующиеся при ЭУВТ (субстанция Р, окись азота, свободные радикалы, эндотелиальный внутрисосудистый фактор роста и др.) ингибируют распад медиаторов воспаления (ЦОГ-1, ЦОГ-2 и др.) [14], индуцируют регенераторные процессы, при этом вырабатываются биологически активные вещества, блокируется передача болевых импульсов из патологического очага. Ремиссия болевого синдрома значительно и быстро сказывалась на общем самочувствии пациентов. Максимально положительный эффект от использования ЭУВТ имел место через 12 месяцев от начала лечения, что демонстрируют данные **таблицы 3**, где представлены наиболее характерные примеры эффективности диагностики данной патологии и её терапии в динамике наблюдений.

Применение специального методического подхода позволило определить наличие рентгеноморфологических признаков, характерных для пяточных шпор различных размеров и локализаций в зонах прикрепления к костям плантарной фасции и ахиллова сухожилия, подтвердить данные УЗИ исследований и таким образом объективизировать процесс дезинтеграции кальцификатов

**Отдельные примеры результатов рентгенометрии (рентгенограмметрии и рентгеноденситометрии) периоссальных отделов пяточных костей у пациентов с наличием клинико-рентгенологических признаков пяточных шпор в динамике наблюдений за эффективностью экстракорпоральной ударно-волновой терапии**  
**Selected examples of the results of radiometry (X-ray diffraction and X-ray densitometry) of the periosteal sections of the calcaneus in patients with clinical and radiological signs of heel spurs in the dynamics of observations of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy**

Фамилия, возраст / Last name, age	Зоны интереса / Areas of interest	Площадь кальцинации (S) в мм <sup>2</sup> , оптическая плотность и градиенты оптической плотности в динамике наблюдений / Calcification area (S) in mm <sup>2</sup> , OD, and ODG in the dynamics of observations								
		До лечения / Before treatment			В конце лечения / At the end of treatment			Через 12 месяцев / In 12 months		
		OD	ODG	S (мм <sup>2</sup> )	OD	ODG	S (мм <sup>2</sup> )	OD	ODG	S (мм <sup>2</sup> )
Са-ин, 49 лет / Sa-in 49 years old	1	1210	774	16,8	848	99	9,6	599	86	0,4
	2	1150	992	4,5	790	93	2,0	378	47	0
Ша-ов, 48 лет / Sha-ov 48 years old	1	1355	789	18,2	860	97	6,9	437	63	1,7
	2	1217	945	3,5	620	89	1,5	270	49	0,5
По-ов, 55 лет / Po-ov 55 years old	1	1311	769	13,9	904	94	5,4	522	62	2,5
	2	1280	987	3,4	685	48	1,0	360	46	0
Ме-ев, 49 лет / Me-ev 49 years old	1	1477	699	6,0	799	92	2,9	540	72	0,8
	2	1368	705	8,7	587	88	3,9	349	48	0
Ло-ов, 47 лет / Lo-ov 47 years old	1	1398	818	11,3	966	96	9,0	654	81	3,3
	2	1126	879	9,5	775	63	2,8	430	43	0,3
Жи-ев, 49 лет / Zhi-ev 49 years old	1	1105	764	7,0	815	95	3,8	591	68	2,6
	2	966	812	8,4	620	49	2,6	360	54	1,5

Примечание: 1 — зона прикрепления плантарной фасции к нижней части пяточной кости, где наиболее часто формируется так называемая «нижняя» шпора, 2 — зона прикрепления ахиллова сухожилия к заднему отделу пяточной кости, где формируется так называемая «верхняя» шпора.

Note: 1 — the zone of attachment of the plantar fascia to the lower part of the calcaneus, where the so-called "lower" spur is most often formed, 2 — the zone of attachment of the Achilles tendon to the posterior part of the calcaneus, where the so-called "upper" spur is formed.

по результатам рентгенограмметрии и рентгеноденситометрии в оцениваемых зонах интереса до и после применения ЭУВТ на различных этапах наблюдения. Количественная микрофокусная рентгенография показала достаточную высокую диагностическую значимость при выявлении не только крупных, но и субмакроскопических кальцификатов в структуре периоссальных тканей, а последующий апостериорный анализ результатов с помощью станции ЛИНС Махаон позволил без привлечения дополнительной затратной и не всегда доступной аппаратной диагностики (например КТ и МРТ) значительно оптимизировать диагностику и контроль за эффективностью терапии оцениваемой патологии.

**Заключение.** С учётом литературных данных среди работающего в промышленности населения отмечается наиболее высокий процент с клинико-рентгенологическими проявлениями пяточных шпор. У изученного контингента горнорабочих очистного забоя, подвергающегося воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов и в частности локальной, передающейся прежде всего на руки вибрации, с клиническими проявлениями вибра-

ционной болезни, появление пяточных шпор, по-видимому, связано с особенностями воздействия на организм комплекса производственных факторов, прежде всего, с высокой физической нагрузкой и длительной ударной нагрузкой на пятку в вертикальном положении на твёрдых поверхностях.

Применение стандартной цифровой диагностической рентгенографии в режиме острого фокуса с последующей апостериорной рентгенометрией при использовании возможностей программного обеспечения исследований станции ЛИНС Махаон открывает перспективы получения достаточно информативной рентгенограмметрической и рентгеноденситометрической информации (в том числе и в амбулаторных условиях) без привлечения дополнительно затратной и не всегда доступной аппаратной диагностики от КТ и МРТ. Использованные рентгенометрические показатели при оценке состояния периоссальных мягкотканых структур пяточной кости и феномена дезинтеграции кальциатов в зонах интереса открывают реальную возможность прецизионно, а, следовательно, и объективно оценить эффективность физиотерапевтического метода экстракорпоральной ударно-волновой терапии пяточных шпор.

## Список литературы

1. Джадаев С.И., Заборова В.А., Анищенко А.П. Связь трудового анамнеза с выраженностью боли у пациентов с плантарным фасцитом. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023; 132(6): 1–9. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.38>
2. Жуликов А.Л., Маланин Д.А., Абузарова Ю.Н., Финагеев С.А., Шкода Д.А. Распространённость пяточной шпоры у пациентов с плоскостопием. *Вестник ВолгГМУ*. 2021; 77(1): 89–93.
3. Сливин А.В., Парастаев С.А. Плантарный фасцит у спортсменов: современное состояние проблемы. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2024; 14(1): 50–64. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2024.1.6>
4. *Ортопедия: Национальное руководство*. Под ред. С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013.
5. Середа А.П., Моисов А.А., Сметанин С.М. и др. Подошвенный фасцит: диагностика и лечение. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2016; 143(4): 5–8. <https://clck.ru/3MZbai>
6. Buchbinder R. Clinical practice. Plantar fasciitis. *N. Engl. J. Med.* 2004; 350: 2159–66. <https://doi.org/10.1056/nejmcp032745>
7. Малинский А.Д., Безгодков Ю.А. Немедикаментозное лечение подошвенного фасцита. Научное обозрение. *Медицинские науки*. 2022; 1: 11–15. <https://elibrary.ru/trvjzj>
8. Chaussy C., Schmiedt E., Jocham D., Brendel W., Forssmann B., Walther V. First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *J Urol.* 1982; 127(3): 417–20. [https://doi.org/10.1016/s0022-5347\(17\)53841-0](https://doi.org/10.1016/s0022-5347(17)53841-0)
9. Васильев А.Ю., Егорова Е.А. *Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в лечении травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата*. М.: ОАО «Издательство «Медицина»; 2005. ISBN: 5-225-04259-7. <https://elibrary.ru/qlktrb>
10. Пономаренко Г.Н. *Применение аппарата ударно-волновой терапии BTL SWT в клинической практике: Метод. рекоменд.* СПб., 2015.
11. Резник Л.Б., Ерофеев С.А., Силантьев В.Н., Турьшев М.А., Кузнецов Н.Н. Современное состояние проблемы хирургического лечения подошвенного фасциоза (обзор литературы). *Журнал «Гений ортопедии»*. 2018; 24(4): 515–20. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2018-24-4-515-520>
12. Зубович И.В., Кот И.В. Опыт применения ударно-волновой терапии в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата. *Медицинские новости*. 2021; 39: 57–59. <https://elibrary.ru/kqjvsf>
13. Котова О.В. Применение нестероидных противовоспалительных средств в лечении болевых синдромов. *Фарматека*. 2011; 19: 45–48. <https://elibrary.ru/onrein>
14. Мохов Е.М., Кадыков В.А., Сергеев А.Н., Аскеров Е.М. и др. Оценочные шкалы боли и особенности их применения в медицине (обзор литературы). *Верхневолжский медицинский журнал*. 2019; 18(2): 34–37. <https://elibrary.ru/deykpy>

## References

1. Jadaev S.I., Zaborova V.A., Anishchenko A.P. The relationship of labor anamnesis with the severity of pain in patients with plantar fasciitis. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2023; 132(6): 1–9. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.38> (in Russian).
2. Zhulikov A.L., Malanin D.A., Abuzyarova Yu.N., Finageev S.A., Shkoda D.A. Prevalence of heel spur in patients with flat feet. *Vestnik VolgGMU*. 2021; 77(1): 98–93 (in Russian).
3. Slivin A.V., Parastaev S.A. Plantar fasciitis in athletes: the current state of the problem. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika*. 2024; 14(1): 50–64. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2024.1.6> (in Russian).
4. *Orthopedics: National Leadership*. Ed. S.P. Mironov, G.P. Kotelnikov. 2<sup>nd</sup> ed., rev. and add. M.: GEOTAR-Media; 2013.
5. Sereda A.P., Moisev A.A., Smetanin S.M., etc. Plantar fasciitis: diagnosis and treatment. *Sibirskij meditsinskij zhurnal (Irkutsk)*. 2016; 4: 5–8. <https://clck.ru/3MZbai> (in Russian).
6. Buchbinder R. Clinical practice. Plantar fasciitis. *N. Engl. J. Med.* 2004; 350: 2159–66. <https://doi.org/10.1056/nejmcp032745>
7. Malinsky A.D., Bezgodkov Yu.A. Non-drug treatment of plantar fasciitis. Scientific review. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2022; 1: 11–15 (in Russian).
8. Chaussy C., Schmiedt E., Jocham D., Brendel W., Forssmann B., Walther V. First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *J Urol.* 1982; 127(3): 417–20. [https://doi.org/10.1016/s0022-5347\(17\)53841-0](https://doi.org/10.1016/s0022-5347(17)53841-0)
9. Vasiliev A.Y., Egorova E.A. *Extracorporative shockwave therapy in the treatment of injuries and diseases of the musculoskeletal system*. M.: OJSC "Publishing House "Meditsina"; 2005. ISBN5-225-04259-7 (in Russian).
10. Ponomarenko G.N. *Application of BTL SWT shock wave therapy in clinical practice: Method. Recommendation*. SPb., 2015 (in Russian).
11. Reznik L.B., Erofeev S.A., Silantyev V.N., Turushev M.A., Kuznetsov N. The current state of the problem of surgical treatment of plantar fasciosis (literature review). *Zhurnal "Genij ortopedii"*. 2018; 24(4): 515–20 (in Russian).
12. Zubovich I.V., Kot I.V. Experience in the application of shock and wave therapy in the treatment of diseases of the musculoskeletal system. *Meditsinskij novosti*. 2021; 39: 57–59. <https://elibrary.ru/kqjvsf> (in Russian).
13. Kotova O.V. The use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in pain syndromes. *Farmateka*. 2011; 19: 45–48. <https://elibrary.ru/onrein> (in Russian).
14. Mokhov E.M., Kadykov V.A., Sergeev A.N., Askerov E.M. and others. Pain assessment scales and features of their use in medicine (literature review). *Verkhnevolzhskij meditsinskij zhurnal*. 2019; 18(2): 34–37. <https://elibrary.ru/deykpy> (in Russian).

## Сведения об авторах:

Дружинин Валентин Николаевич

вед. науч. сотр. лаб. медико-биологических исследований, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», д-р мед. наук.  
E-mail: [druzhinin@mail.ru](mailto:druzhinin@mail.ru)

Суворов Вадим Германович

зав. отделением реабилитации профессиональных и неинфекционных заболеваний клиники ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», д-р мед. наук.  
E-mail: [margo-183@rambler.ru](mailto:margo-183@rambler.ru)

Славинский Алексей Александрович

врач-рентгенолог, зав. отделением рентгенологических исследований и томографии ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова».  
E-mail: [dr.slavinsky@mail.ru](mailto:dr.slavinsky@mail.ru)

Оригинальные статьи

*Тройняков Сергей Николаевич*      врач-рентгенолог, зав. отделением рентгенодиагностики ГБУ «Инфекционная клиническая больница № 2 департамента здравоохранения города Москвы».  
*E-mail: troynyakov@mail.ru*

**About the authors:**

*Valentin N. Druzhinin*      Leading Researcher at the Laboratory of Biomedical Research, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Dr. of Sci. (Med.).  
*E-mail: druzhinin@mail.ru*

*Vadim G. Suvorov*      Dr. of Sci. (Med.), Head of the Department of Rehabilitation of Professional and Non-Communicable Diseases of the Clinic, Izmerov Research Institute of Occupational Health.  
*E-mail: margo-183@rambler.ru*

*Alexey A. Slavinsky*      Radiologist, Head of the Department of Radiological Studies and Tomography, Izmerov Research Institute of Occupational Health.  
*E-mail: dr.slavinsky@mail.ru*

*Sergey N. Troynyakov*      Radiologist, Head of the Department of X-ray Diagnostics, Infectious Diseases Clinical Hospital No. 2 of the Moscow City Health Department.  
*E-mail: troynyakov@mail.ru*

---

---