

EDN: <https://elibrary.ru/vkggzy>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-3-164-171>

УДК 613.62

© Коллектив авторов, 2024

Дружинин В.Н.¹, Суворов В.Г.¹, Славинский А.А.¹, Есин Е.В.²

Рентгенометрия в комплексной оценке эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 105275;²ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия», ул. Маршала Тимошенко, 19, стр. 1А, Москва, 121359

Введение. Некомфортные условия труда и чрезмерные профессиональные нагрузки на плечевые суставы обуславливают высокую распространённость дегенеративно-дистрофических изменений околосуставных тканей. Особое место занимают кальцифицирующие тендиниты и бурситы, характеризующиеся мультифокальной аккумуляцией кристаллов кальция фосфата в сухожилиях, слизистых сумках и в мышцах. Исследование посвящено решению проблемы оптимизации рентгенодиагностики эволюции кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча (КТДП) в динамической оценке эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии.

Цель исследования — оптимизация рентгенодиагностики кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча у лиц, работающих в условиях воздействия неблагоприятных производственных факторов.

Материалы и методы. Выполнен сравнительный ретроспективный анализ результатов комплексного динамического клинико-рентгенологического обследования 155 трудоспособных мужчин, находившихся в возрастном диапазоне 35–57 лет при среднем стаже работы в профессии $14,5 \pm 2,7$ года (горнорабочие, грузчики, каменщики) и обследованных по поводу болевого синдрома и нарушения функции в плечевом суставе. Основную группу (65 человек) составили пациенты с клиникой КТДП, наличием кальцификатов в периартикулярных тканях ротаторной манжеты и в двуглавой мышце плеча, оценённых в динамике после выполнения ударно-волновой терапии (ЭУВТ) плеча в фазах покоя, реэргии и восстановления. В группу сравнения (90 человек) вошли пациенты с отсутствием инструментально улавливаемых признаков мультифокальной аккумуляции кристаллов фосфата кальция в периартикулярных тканях плеча. В исследование включались пациенты, рутинное консервативное лечение которых оказалось малоэффективным. В качестве критериев эффективности терапии были определены: боль в состоянии покоя, измеренная с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ); размеры (площадь кальцификации (в мм²)); оптическая плотность и градиент плотности кальцификата. Оценка данных проводилась на начальном этапе исследования перед применением терапии, сразу после лечения и через 12 месяцев после заключительного сеанса ЭУВТ.

Результаты. У пациентов основной группы с наличием КТДП основные проявления плече-лопаточного периартрита (ПЛАП) как в основной группе, так и в группе сравнения носили умеренно выраженный характер, однако частота выявления основных синдромов ПЛАП, прежде всего, поражение вращательной манжеты, а также фоновой патологии (артроз плечевого сустава и акромиально-ключичного сустава) была достоверно выше в основной группе. Эффективность ЭУВТ демонстрировали регресс болевого синдрома и положительная динамика плотностных характеристик периартикулярных тканей плечевых суставов в зонах интереса (в анатомопографических проекциях локализации сухожилий, слизистых сумок и мышц). У всех пациентов основной группы процесс декальцификации характеризовался как визуально улавливаемой картиной дезинтеграции и уменьшением её площади, так и снижением оптической плотности сразу после окончания лечения. У 36,9% пациентов спустя 12 месяцев от начала ЭУВТ рентгенологическая и рентгеноденситометрическая картина подтверждала пролонгацию процесса декальцификации вплоть до полного лизиса очагов и участков кальцификации.

Выводы. В комплексной оценке эффективности терапии КТДП, наряду с традиционной рентгенодиагностикой, могут быть применены и специальные методические приёмы рентгенометрии (рентгенограмметрия и рентгеноденситометрия в зонах интереса), позволяющие прецизионно и более объективно отразить направленность динамики изменений. Использование в арсенале методических приёмов рентгенодиагностики кальцинатов таких показателей, как площадь, оптическая плотность и градиент оптической плотности, позволяет значительно улучшить качество диагностики и избежать применения КТ и увеличения лучевой нагрузки на пациента.

Высокоэнергетическая экстракорпоральная ударно-волновая терапия в значительной степени способна решить проблему лечения резистентных форм кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча.

Этика. Исследование не требовало заключения этического комитета.

Ключевые слова: рентгенометрия; кальцифицирующая тендинобурсопатия плеча; экстракорпоральная ударно-волновая терапия

Для цитирования: Дружинин В.Н., Суворов В.Г., Славинский А.А., Есин Е.В. Рентгенометрия в комплексной оценке эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча. *Мед. труда и пром. экол.* 2024; 64(3): 164–171. <https://elibrary.ru/vkggzy> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-3-164-171>

Для корреспонденции: Дружинин Валентин Николаевич, e-mail: druzhinin@mail.ru

Участие авторов:

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

Суворов В.Г. — сбор и обработка данных;

Славинский А.А. — редактирование;

Есин Е.В. — статистический анализ.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Дата поступления: 05.02.2024 / Дата принятия к печати: 27.02.2024 / Дата публикации: 05.04.2024

Valentin N. Druzhinin¹, Vadim G. Suvorov¹, Aleksey A. Slavinsky¹, Evgenij V. Esin²

Radiometry in a comprehensive assessment of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy of calcifying tendinobursopathy of the shoulder

¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, 105275;

²Central State Medical Academy, 19, bildg 1A, Marshala Tymoshenko St., Moscow, 121359

Introduction. Uncomfortable working conditions and excessive professional loads on the shoulder joints cause a high prevalence of degenerative-dystrophic changes in the periarticular tissues. Calcifying tendinitis and bursitis occupy a special place, characterized by multifocal accumulation of calcium phosphate crystals in tendons, mucous bags and muscles. The study is devoted to solving the problem of optimizing the X-ray diagnostics of the evolution of calcifying tendinobursopathy of the shoulder (CTS) in the dynamic assessment of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy.

The aims of the study to optimize the X-ray diagnosis of calcifying tendinobursopathy of the shoulder in people working under the influence of adverse production factors.

Materials and methods. The authors conducted a comparative retrospective analysis of the results of a comprehensive dynamic clinical and X-ray examination of 155 able-bodied men aged 35-57 years with an average work experience of 14.5±2.7 years (miners, loaders, bricklayers) examined for pain syndrome and dysfunction in the shoulder joint. The main group (65 people) are patients with CTS clinic, the presence of calcifications in the periarticular tissues of the rotator cuff and in the biceps muscle of the shoulder, evaluated in dynamics after shock wave therapy (SWT) of the shoulder in the phases of rest, resorption and recovery. The comparison group (90 people) consisted of patients with the absence of instrumentally detectable signs of multifocal accumulation of calcium phosphate crystals in the periarticular tissues of the shoulder. The study included patients whose routine conservative treatment proved ineffective. The following criteria for the effectiveness of therapy were identified: pain at rest, measured using a visual analog scale (VAS); dimensions (calcification area (in mm²)); optical density and calcification density gradient. Specialists evaluated the data at the initial stage of the study before the use of therapy, immediately after treatment and 12 months after the final SWT session.

Results. In patients of the main group with the presence of CTS, the main manifestations of shoulder-scapular periarthritis (SSP) both in the main group and in the comparison group were moderately pronounced, however, the frequency of detection of the main SSP syndromes, primarily rotator cuff lesion, as well as background pathology (arthrosis of the shoulder joint) and acromioclavicular joint) were significantly higher in the main group. The effectiveness of SWT was demonstrated by regression of pain syndrome and positive dynamics of density characteristics of periarticular tissues of shoulder joints in areas of interest (in anatomotopographic projections of localization of tendons, mucous bags and muscles). In all patients of the main group, the decalcification process was characterized by both a visually perceptible pattern of disintegration and a decrease in its area, and a decrease in optical density immediately after the end of treatment. In 36.9% of patients, 12 months after the start of SWT, the X-ray and X-ray densitometric picture confirmed the prolongation of the decalcification process up to complete lysis of foci and calcification sites.

Conclusions. In a comprehensive assessment of the effectiveness of CTS therapy, along with traditional X-ray diagnostics, special methodological techniques of radiometry (X-ray diffraction and X-ray densitometry in areas of interest) can be used, allowing for more accurate and more objective reflection of the direction of the dynamics of changes.

The use of X-ray calcifications in the arsenal of methodological techniques, such as area, optical density and optical density gradient, can significantly improve the quality of diagnosis and avoid the use of computed tomography and an increase in radiation exposure to the patient.

High-energy extracorporeal shockwave therapy is largely able to solve the problem of treating resistant forms of calcifying tendinobursopathy of the shoulder.

Ethics. The study did not require the conclusion of the Ethics committee.

Keywords: radiometry; calcifying tendinobursopathy of the shoulder; extracorporeal shock wave therapy

For citation: Druzhinin V.N., Suvorov V.G., Slavinsky A.A., Esin E.V. Radiometry in a comprehensive assessment of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy of calcifying tendinobursopathy of the shoulder. *Med. truda i prom. ekol.* 2024; 64(3): 164–171. <https://elibrary.ru/vkggzy> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-3-164-171> (in Russian)

For correspondence: Valentin N. Druzhinin, e-mail: druzhinin@mail.ru

Contribution:

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

Suvorov V.G. — data collection and processing;

Slavinsky A.A. — editing;

Esin E.V. — statistical analysis.

Funding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 05.02.2024 / Accepted: 27.02.2024 / Published: 05.04.2024

Введение. Современными научными исследованиями установлено, что от 5 до 30% взрослого населения в мире страдают от болевого синдрома и нарушения функции в плечевом суставе. Патологические изменения в плечевых суставах разделяют на заболевания, поражающие костно-хрящевые структуры сустава, и на заболевания, которые проявляются изменениями в периартикулярных мягких тканях, известных как комплексный нейродистрофический синдром — плечелопаточный периартроз (ПЛП). Данная патология нередко встречается в практике врачей различных специальностей (хирургов, неврологов, ортопедов-травматологов, профпатологов и др.) и остаётся

важной медико-социальной проблемой, поскольку нелегко поддаётся лечению и является частой причиной временной и стойкой утраты трудоспособности. В группу риска развития ПЛП входят лица трудоспособного возраста, регулярно выполняющие работу с повышенной нагрузкой на плечевой пояс [1–3].

В рамках собирательного диагностического термина ПЛП особое место занимают кальцифицирующие тендиниты и бурситы, характеризующиеся мультифокальной аккумуляцией кристаллов фосфата кальция в сухожилиях, слизистых сумках и в мышцах вращательной манжеты, которые как триггеры, участвуют в патогенезе остеоартроза

(ОА) и хронического периапартулярного поражения. Основой для их развития являются дегенеративные изменения вследствие макротравматизации, изнашивания и преждевременного старения околосуставных структур в условиях повышенной мышечной нагрузки, характерной для лиц физического труда и спортсменов. Данному процессу также способствуют другие неблагоприятные факторы (возраст, гиповаскулярность зоны сухожилий, снижение плотности капсулы сустава, генетически обусловленные особенности морфологии акромиальной и клювовидно-акромиальной дуг, кинематические аномалии, дисплазия плечоиды и пр.) [4–7].

Эктопическое отложение кристаллов фосфата кальция в толще сухожилий мышц вращательной манжеты плеча является один из вариантов течения импиджмент-синдрома. Чаще всего отложения солей кальция обнаруживают в сухожилии надостной мышцы. На основании рентгенологических исследований сегодня различают четыре фазы эктопического отложения гидроксиапатита кальция: 1) фаза формирования, 2) фаза покоя, 3) фаза резорбции кристаллов гидроксиапатита кальция макрофагами, 4) фаза восстановления структур периапартулярных мягких тканей. В развитии заболевания предусматривается три стадии: предкальцифицирующую, кальцифицирующую и посткальцифицирующую. Кальцифицирующая тендинопатия плеча (КТБП) может быть двусторонней, но чаще всего поражает доминантный сустав. Процесс нередко сочетается с локальным или околосуставным остеопорозом, единичными или множественными кистовидными просветлениями костной ткани, стеоартрозом, остеофитозом в местах прикрепления связок в области большого бугорка и головки плечевой кости.

Несмотря на длительный интерес исследователей к рентгенодиагностике данной патологии, морфологические характеристики кальцификатов (размерность, плотность, однородность, форма и состояние контуров) оцениваются исследователями по-разному [8]. Так, согласно *Bosworth B.M.* оценку депозитов минералов проводится по размерности (малый <0,5 см, средний от 0,5 до 1,5 см, большой свыше 1,5 см) [9]. *De Palma A.F., Kruper J.S.* рассматривают кальцификаты по степени однородности и состоянию контуров (I — пушистый, аморфный и плохо очерченный, II — определённый и однородный) [10], *Mole' D., Kempf J.F.* и др. — по типам (A — плотный, округлый и резко очерченный, B — многодолевой, рентгеноплотный, острый, C — рентгенопрозрачный, неоднородный, правильной формы, D — дистрофическое кальцинирующее отложение) [11], *Gartner J., Heyer A.* — по плотности и очерченности контуров (I — хорошо очерченный, плотный, II — мягкий контур (плотный и острый) прозрачный, III — мягкий контур (прозрачный и мутный) [12].

В связи с этим поиски методов и методических приёмов для достоверной диагностики КТБП и объективной оценки эффективности лечения остаются актуальной медицинской задачей. Современные методы лучевой диагностики, позволяют значительно снизить субъективизм в оценке данных изменений. Данное исследование направлено на оптимизацию рентгенодиагностики эволюции КТБП и основано на использовании новых методических подходов параметрической оценки плотности и размерности очагов кальцификации в процессе лечения.

Экстракорпоральная ударно-волновая терапия (ЭУВТ) данного заболевания, по мнению отечественных и зару-

бежных исследователей, является альтернативой хирургическому вмешательству [13]. Метод основан на преобразовании электромагнитных колебаний в акустические волны инфразвукового диапазона, оказывающие анальгетический, метаболический и противовоспалительный эффекты, направленные на активацию микроциркуляции, неогенеза, снижение выраженности фиброзных изменений и резорбцию кристаллов гидроксиапатита кальция в зонах интереса. Установлено, что положительный эффект от применения ЭУВТ обусловлен значительным усилением обменных процессов, крово- и лимфообращения, активации фибробластов и макрофагов, что способствует растворению патологические отложения кальция и по эффективности сравним с артроскопическими методами лечения. В настоящее время ЭУВТ применяется вместе с другими лечебными комплексами (массаж, мануальная и лекарственная терапия), однако по эффективности превосходит их. Высокая эффективность, неинвазивность и отсутствие побочных явлений достигается, в особенности, при использовании высокоэнергетических сфокусированных импульсов с глубиной проникновения до 9 см, благодаря возможности оказывать направленное терапевтическое воздействия без повреждения здоровых тканей. Такие ударные волны относительно быстро разрушают кристаллы кальция в сухожилиях, связках, бурсах и мышцах [14].

Впервые в практике рентгенодиагностики изучаемой патологии для оценки эффективности ЭУВТ наряду с рутинной рентгенографией, ультразвуковыми исследованиями (УЗИ) и рентгенометрией применена прецизионная цифровая рентгенография, позволяющая избежать не всегда доступную, дорогостоящую и небезопасную компьютерную томографию (КТ).

Цель исследования — оптимизация рентгенодиагностики кальцифицирующей тендинопатии плеча у лиц, работающих в условиях воздействия неблагоприятных производственных факторов.

Материалы и методы. Выполнен сравнительный ретроспективный анализ результатов комплексного динамического клинко-рентгенологического обследования 155 трудоспособных мужчин в возрастном диапазоне 35–57 лет при среднем стаже работы в профессии 14,5±2,7 года (горнорабочие, грузчики, каменщики), обследованные по поводу болевого синдрома и нарушения функции в плечевом суставе).

Поскольку единой общепризнанной рентгенодиагностической классификации, учитывающей все параметры кальцификатов в периапартулярных тканях нет, в исследованиях авторы ориентировались на параметры, выявленные на пике их максимально выраженной визуализации и в процессе регресса вне зависимости от клинических диагнозов.

Основную группу (65 человек) составили пациенты с клиникой хронического КТБП, наличием кальцификатов в периапартулярных тканях ротаторной манжеты и двуглавой мышце плеча, оценённых в динамике в фазах покоя, резорбции и восстановления. В группу сравнения (90 человек) вошли пациенты с отсутствием инструментально улавливаемых признаков мультифокальной аккумуляции кристаллов кальция фосфатов в периапартулярных тканях плеча. В исследование включались пациенты, консервативное лечение которых оказалось малоэффективным (массаж, проприоцептивное растяжение, ультразвуковая терапия, инфльтрация области депозитов кортизоном, психотерапия).

Физикальный осмотр включал: определение локальной болезненности при пальпации (область плече-лопаточного и ключично-акромиального суставов, биципитальная борозда, подакромиальное пространство); оценку объёма активных и пассивных движений при переднем сгибании, отведении, наружной и внутренней ротации; импинджмент-тесты *Neer* и *Hawkins*. В качестве критериев эффективности терапии были определены: боль в состоянии покоя, измеренная с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ), выраженная в баллах (от 0 до 10); размеры — площадь кальцификации (в мм²); оптическая плотность периартикулярной ткани в зоне интереса (*ID*) и градиент оптической плотности (*IDG*), измеренный относительно нейтральной области. При выборе режима оценки площади в зоне интереса («зонд-точка», «эллипс», «свободная рука», «многоугольник»), оптимальным оказался режим «свободная рука», что позволило достаточно корректно оценивать плотностные характеристики размерами до 0,2 мм. Визуализация морфологического субстрата патологических изменений и выраженности аккумуляции кристаллов кальция фосфата в периартикулярных тканях плеча обеспечивалась данными стандартной цифровой рентгенографией плеча в передне-задней проекции и при наружно-внутренней ротации в микрофокусном режиме работы при соблюдении следующих технических условий: напряжение 55–60 kV, сила тока 4,7–5,8 mA. Цифровая рентгеновская денситометрия выполнялась в рамках программы рабочей станции врача ЛИНС Махаон «Махаон». Верификация сомнительных результатов исследования осуществлялась с помощью УЗИ и КТ. В некоторых случаях для дифференциальной диагностики использовали МРТ.

Оценка данных проводилась на начальном этапе исследования перед применением терапии, сразу после лечения и через 12 месяцев после заключительного сеанса ЭУВТ, для проведения которой применяли аппарат *Piezo Wave* (*Richard Wolf*, Австрия), способный формировать ударную волну на основе пьезоэлектрического принципа с использованием чашеобразного аппликатора. Курс лечения состоял из 5 процедур (уровень энергии до 0,800 мДж/мм², частота 4 Гц, интенсивность 2000 импульсов / сеанс) с интервалом между ними 5–6 дней.

Критериями исключения пациента из исследования являлось наличие ревматических заболеваний, тяжёлых заболеваний почек, печени, сердечно-сосудистой, эндокринной и бронхолегочной систем, а также онкологической патологии.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием традиционных методов вариационной статистики с помощью программы «Медицинская статистика» рассчитывались следующие показатели: *n* — число измерений (число реализаций измерительной операции) в соответствии с утверждённой методикой, *p* — доверительная вероятность (вероятность включения в доверительный интервал результата наблюдения или включения достоверного значения параметра в этот интервал), *X* — результат измерения, *t* — критерий Стьюдента, зависящий от *n* и *p* (95% доверительный интервал), множественный критерий хи-квадрат (χ^2).

Результаты и обсуждение. Основные синдромы ПАП (импинджмент-синдром, тендиоз мышц вращательной манжеты плеча, тендиоз двуглавой мышцы плеча подакромиальный бурсит) носили как в основной группе, так и в группе сравнения умеренно выраженный характер.

Вместе с тем, частота выявления основных синдромов ПАП, прежде всего, поражение вращательной манжеты и фоновой патологии (артроз плечевого сустава и акромиально-ключичного сустава) была достоверно выше в основной группе. Частота дегенеративно-дистрофических изменений в нижне-шейном отделе позвоночника и сопутствующей патологии (ожирение, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия) достоверно не различалась в основной группе и группе сравнения (**табл. 1**).

Эффективность ЭУВТ в динамике наблюдений демонстрировали результаты оценки болевого синдрома. Так, уже через 2 недели после начала монотерапии этот показатель снизился от исходного $7,5 \pm 1,3$ до $4,0 \pm 0,5$, а через 12 месяцев достиг $2,3 \pm 0,2$ и статистически достоверно отличался как от исходного, так и от промежуточного значения оценки боли по шкале ВАШ ($p < 0,05$).

Плотностные характеристики периартикулярных тканей плечевых суставов в зонах интереса (в анатомопографических проекциях локализации сухожилий, слизистых сумок и мышц) у лиц группы сравнения (**табл. 2**) соответствовали показателям в популяции и поэтому явились своеобразной базой для интерпретации динамики регресса обнаруженных там же депозитов кальция у пациентов основной группы. Денситометрические показатели (*ID* и *IDG*) доминантного и контрлатерального суставов в зонах интереса имели определённые различия,

Таблица 1 / Table 1

Частота основных синдромов ПАП и фоновой патологии в обследуемых группах (абс./%)

The frequency of the main syndromes of shoulder-scapular periarthritides and concomitant pathology in the examined groups (abs./%)

Синдром/патология	Основная группа (n=65)	Группа сравнения (n=90)
Импинджмент-синдром	21 / 32,3%	17 / 18,9%
	$\chi^2=3,65; p>0,05$	
Тендиоз мышц вращательной манжеты плеча	38 / 58,5%	26 / 28,9%
	$\chi^2=13,6; p<0,01$	
Тендиоз двуглавой мышцы плеча	18 / 27,7%	16 / 17,8%
	$\chi^2=2,17; p>0,05$	
Подакромиальный бурсит	12 / 18,5%	7 / 7,8%
	$\chi^2=4,01; 0,01 < p < 0,05$	
Артроз плечевого сустава	42 / 64,6%	32 / 35,6%
	$\chi^2=12,77; p<0,01$	
Артроз акромиально-ключичного сустава	35 / 53,8%	23 / 25,6%
	$\chi^2=12,9; p<0,01$	
Изменения межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника	27 / 41,5%	25 / 27,8%
	$\chi^2=3,21; p>0,05$	
Абдоминальное ожирение	9 / 13,8%	12 / 13,3%
	$\chi^2=0,01; p>0,05$	
Ишемическая болезнь сердца	7 / 10,7%	7 / 7,8%
	$\chi^2=0,41; p>0,05$	
Артериальная гипертензия	12 / 18,5%	14 / 15,6%
	$\chi^2=0,23; p>0,05$	

Таблица 2 / Table 2

Результаты рентгеноденситометрии проксимальных периартикулярных отделов плеча у лиц контрольной группы по показателю оптической плотности и её градиенту ($Sx \pm sx$)

Results of X-ray densitometry of the proximal periarticular shoulder in the control group in terms of optical density and its gradient ($Sx \pm sx$)

Плечевой сустав	Отделы интереса	Зоны интереса	Оптическая плотность (ID)	Градиент плотности (IDG)
Доминантный	Сухожилия	1	293 ± 2,72	61 ± 0,96
		2	221 ± 3,62	
	Слизистые сумки	1	270 ± 2,63	82 ± 2,29
		2	205 ± 3,57	
	Мышцы	1	257 ± 3,65	56 ± 2,97
		2	199 ± 2,59	
Контр-латеральный	Сухожилия	1	282 ± 2,84	59 ± 2,85
		2	214 ± 2,66	
	Слизистые сумки	1	254 ± 3,71	80 ± 2,47
		2	193 ± 3,55	
	Мышцы	1	256 ± 2,60	55 ± 2,88
		2	201 ± 2,67	

Примечание: 1 — актуальная зона; 2 — нейтральная зона.

Note: 1 — the current zone; 2 — the neutral zone.

Таблица 3 / Table 3

Результаты рентгеноденситометрии проксимальных периартикулярных отделов плеча у лиц основной группы по показателям оптической плотности и её градиенту ($Sx \pm sx$) в динамике наблюдений

The results of X-ray densitometry are proximal to the periarticular parts of the shoulder in the main group in terms of optical density and its gradient ($Sx \pm sx$) in the dynamics of observations

Отделы интереса (кальцинации)	Этапы исследований	Оптическая плотность (ID) в зонах интереса		Градиент плотности (IDG)
		1	2	
Сухожилия	I	359 ± 3,52	239 ± 3,94	120 ± 1,97
	II	313 ± 3,58*	230 ± 2,92	83 ± 1,89*
	III	303 ± 3,52*	235 ± 3,74	68 ± 2,00*
Слизистые сумки	I	305 ± 3,50	193 ± 2,80	112 ± 1,96
	II	289 ± 2,66*	190 ± 3,81	99 ± 2,20*
	III	277 ± 2,63*	184 ± 3,87	73 ± 1,86*
Мышцы	I	280 ± 3,64	190 ± 2,88	90 ± 2,06
	II	266 ± 2,62*	194 ± 2,82	72 ± 1,97*
	III	254 ± 2,69*	194 ± 2,86	60 ± 1,93*

Примечания: I — начальный этап исследования перед применением ЭУВТ; II — сразу после применения ЭВУИ; III — через 12 месяцев после заключительного сеанса ЭУВТ. 1 — актуальная зона; 2 — нейтральная зона; * — разница статистически достоверна относительно предыдущего исследования ($p < 0,05$).

Note: I — the initial stage of the study before the use of shock wave therapy (SWT); II — immediately after the use of SWT; III — 12 months after the final session of SWT. 1 — the actual zone; 2 — the neutral zone; * — the difference is statistically significant relative to the previous study ($p < 0.05$).

тенденционно достигая относительного максимума по ID в сухожилиях и минимума в мышцах. По ID максимальные значения оказались характерными для слизистых сумок, а минимальные показатели также чаще встречались в мышцах. В целом, тенденция к более высоким значениям показателей денситометрии периартикулярных тканей доминантного сустава относительно контрлатерального наблюдалась у большинства пациентов контрольной группы.

Феномен наличия положительной динамики визуально улавливаемых изменений формы, размеров и плотностных характеристик участков гетерогенной оссификации (кальцификации) периартикулярных тканей плечевого сустава у пациентов основной группы наглядно демонстрируют

полученные данные, оценённые на разных этапах применения ЭУВТ (табл. 3). Наиболее часто отложение кристаллов гидроксиапатита кальция определялись в периартикулярных тканях доминантного сустава. У всех пациентов основной группы положительная динамика процесса декальцификации характеризовалась не только визуально улавливаемой картиной дезинтеграции и уменьшением её площади, но и снижением оптической плотности, как правило более значительно сразу после окончания лечения. Этот процесс пролонгировался и далее, но меньшими темпами. У 24 пациентов (36,9%), спустя 12 месяцев от начала ЭУВТ, отмечалась рентгенологическая и рентгеноденситометрическая картина частичного или полного

Таблица 4 / Table 4

Примеры показателей рентгеноденситометрии и размеров кальцинатов в периартикулярных признаках кальцифицирующей тендинопатии ротаторной манжеты и двуглавой мышцы плеча в динамике наблюдений
The examples of the indicators of X-ray densitometry and the size of calcifications in the periarticular parts of the shoulder in patients with clinical and radiological signs of calcifying tendinopathy of the rotator cuff and biceps muscle of the shoulder in the dynamics of observations

Фамилия, возраст	Зоны интереса	Площади кальцификации (S мм ²) и градиенты оптической плотности (IDG) в зонах интереса параартикулярных тканей доминантного плечевого сустава					
		До лечения		В конце лечения		Через 12 месяцев	
		S (мм ²)	IDG	S (мм ²)	IDG	S (мм ²)	IDG
Ша-ин, 39 лет	1	8,7	122	3,9	68	2,0	65
	2	4,7	115	2,7	93	0	59
	3	6,2	110	4,8	81	2,7	89
Ма-ов, 38 лет	1	7,5	117	6,1	97	4,2	63
	2	6,9	100	4,8	75	0	61
Пр-ин, 48 лет	1	6,8	105	5,4	80	0	62
	2	7,3	124	4,5	88	2,9	70
	4	8,5	116	4,6	85	3,4	69
Ле-ев, 40 лет	2	7,8	112	3,4	83	4,5	72
	3	10,0	117	5,8	75	3,00	68
Ро-ов, 37 лет	1	7,90	113	4,9	94	2,6	81
	2	7,3	105	3,6	90	2,0	73
	3	10,7	106	5,8	78	0	82
Ти-ев, 49 лет	1	8,7	98	4,6	76	2,6	68
	5	10,5	88	6,8	73	2,00	64

Примечания: 1 — сухожилие длинной головки бицепса, 2 — сухожилие надостной мышцы, 3 — субакромиальная сумка, 4 — поддельтовидная сумка, 5 — надостная мышца.
 Note: 1 — the tendon of the long head of the biceps; 2 — the tendon of the supraspinatus muscle; 3 — the subacromial sac; 4 — the subcutaneous sac; 5 — the supraspinatus muscle.

лизиса очагов и участков кальцификации (главным образом, в проекции сухожилия надостной мышцы). У отдельных пациентов спустя 12 месяцев от начала указанной физиотерапии наблюдалась картина полного лизиса очагов и участков кальцификации в зонах интереса. При этом рецидивов процесса прогрессирования КТДП по использованным показателям у оцениваемого контингента за период наблюдений не отмечено.

Наиболее типичные примеры положительной динамики по показателям рентгенометрии у пациентов в результате использования ЭУВТ представлены в **таблице 4**. Наиболее часто отложение кристаллов гидроксиапатита кальция определялись в периартикулярных тканях доминантного сустава (сухожилия и субакромиальная сумка), несколько реже в мышцах, ещё реже — в проекции ключично-акромиальных сочленений, имея при этом разнообразную форму, размеры, структуру, гомогенность и плотность. При этом нередко выявлялись участки кистовидной и остеопротической перестройки в головке или большом бугорке головки плечевой кости, а также остеосклероз, деформация и остеофитоз в местах прикрепления связок в мышцах. Решение вопроса сопряженности частоты выявляемости этих изменений с феноменом наличия и регресса гетерогенной кальцинации в периартикулярных

мягких тканях представляет интерес для дальнейшего исследования.

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

Выводы:

1. В комплексной оценке эффективности терапии КТДП, наряду с традиционным рентгенодиагностикой, могут быть применены и специальные методические приёмы рентгенометрии (рентгенограмметрия и рентгеноденситометрия в зонах интереса), позволяющие прецизионно и более объективно отразить направленность динамики изменений.

2. Использование в арсенале методических приёмов рентгенодиагностики кальцинатов таких показателей, как площадь, оптическая плотность и градиент оптической плотности, позволяет значительно улучшить качество диагностики и избежать применения КТ и увеличения лучевой нагрузки на пациента.

3. Высокоэнергетическая экстракорпоральная ударно-волновая терапия в значительной степени способна решить проблему лечения резистентных форм кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча.

Список литературы

1. Гиршин С.Г., Лазышвили Г.Д., Дубров В.Э. *Повреждения и заболевания мышц, сухожилий и связок (клинический опыт и обзор литературы)*. М., 2013; 496.
2. Исайкин А.И., Иванова М.А. Плечелопаточный периартроз. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2017; 9(1): 4–10.
3. Нестеренко В.А. Поражение околосуставных мягких тканей плеча: патогенез, клиническая картина, современные подходы к терапии. *Научно-практическая ревматология*. 2018; 56(5): 622–34.
4. Прохоренко В.М., Филипенко П.В., Фоменко С.М. Плотникова Н.М. Роль дисплазии гленоида в патогенезе хронической нестабильности плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (2): 74–82.
5. Merolla G., Singh S., Paladini P. et al. Calcific tendinitis of the rotator cuff: state of the art in diagnosis and treatment. *J. Orthopaed. Traumatol.* 2016; 17: 7–14. <https://doi.org/10.1007/s10195-015-0367-6>
6. Годзенко А.А. Артропатия, связанная с отложением основных фосфатов кальция. *РМЖ*. 2007; 8: 673.
7. Garving C., Jakob S., Bauer I., Nadjar R., Brunner U.H. Impingement Syndrome of the Shoulder. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2017; 114(45): 765–76.
8. Wewers M.E. & Lowe N.K. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing and Health*. 1990; 13: 227–36.
9. Bosworth B.M. Calcium deposits in the shoulder and subacromial bursitis: a survey of 12122 shoulders. *JAMA*. 1941; 116: 2477–82.
10. De Palma A.F., Kruper J.S. Long term study of shoulder joints afflicted and treated for calcific tendinitis. *Clin. Orthop.* 1961; 20: 61–72.
11. Mole ´ D., Kempf J.F., Gleyze P., Rio B., Bonnomet F., Walch G. Results of endoscopic treatment of non-broken tendinopathies of the rotator cuff. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice. Appar. Mot.* 1993; 79: 532–41.
12. Gartner J., Heyer A. Calcific tendinitis of the shoulder. *Orthopäde*. 1995; 24(3): 284–302.
13. Wu Yi-Cheng, Tsai Wen-Chung, Tu Yu-Kung, Yu Dong-Yang. Comparative Effectiveness of Nonoperative Treatments for Chronic Calcific Tendinitis of the Shoulder: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2017; 98(8): 1678–1692.e6. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.030>
14. Ippolo F., Tattoli M., Di Sante L., Attanasi S., Venditto T., Servidio M., Caccio A., Santilli V. Extracorporeal shock wave therapy for calcifying supraspinatus tendinitis: a randomized clinical trial comparing two different energy levels. *Phys. Ther.* 2012; 92(11): 1376–85. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110252>

References

1. Girshin S.G., Lazishvili G.D., Dubrov V.E. *Injuries and diseases of muscles, tendons and ligaments (clinical experience and literature review)*. М., 2013; 497 (in Russian).
2. Isaikin A.I., Ivanova M.A. Brachioarthritic periarthritis. *Neurologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2017; 9(1): 4–10 (in Russian).
3. Nesterenko V.A. Lesion of the periarticular soft tissues of the shoulder: pathogenesis, clinical picture, modern approaches to therapy. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2018; 56(5): 622–34 (in Russian).
4. Prokhorenko V.M., Filipenko P.V., Fomenko S.M. Plotnikova N.M. The role of glenoid dysplasia in the pathogenesis of chronic instability of the shoulder joint. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (2): 74–82 (in Russian).
5. Merolla G., Singh S., Paladini P. et al. Calcific tendinitis of the rotator cuff: state of the art in diagnosis and treatment. *J. Orthopaed. Traumatol.* 2016; 17: 7–14. <https://doi.org/10.1007/s10195-015-0367-6>
6. Godzenko A.A. Arthropathy associated with the deposition of basic calcium phosphates. *RMZh*. 2007; 8: 673 (in Russian).
7. Garving C., Jakob S., Bauer I., Nadjar R., Brunner U.H. Impingement Syndrome of the Shoulder. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2017; 114(45): 765–76.
8. Wewers M.E. & Lowe N.K. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing and Health*. 1990; 13: 227–36.
9. Bosworth B.M. Calcium deposits in the shoulder and subacromial bursitis: a survey of 12122 shoulders. *JAMA*. 1941; 116: 2477–82.
10. De Palma A.F., Kruper J. S. Long term study of shoulder joints afflicted and treated for calcific tendinitis. *Clin. Orthop.* 1961; 20: 61–72.
11. Mole ´ D., Kempf J.F., Gleyze P., Rio B., Bonnomet F., Walch G. Results of endoscopic treatment of non-broken tendinopathies of the rotator cuff. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice. Appar. Mot.* 1993; 79: 532–41.
12. Gartner J., Heyer A. Calcific tendinitis of the shoulder. *Orthopäde*. 1995; 24(3): 284–302.
13. Wu Yi-Cheng, Tsai Wen-Chung, Tu Yu-Kung, Yu Dong-Yang. Comparative Effectiveness of Nonoperative Treatments for Chronic Calcific Tendinitis of the Shoulder: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2017; 98 (8): 1678–1692.e6. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.030>
14. Ippolo F., Tattoli M., Di Sante L., Attanasi S., Venditto T., Servidio M., Caccio A., Santilli V. Extracorporeal shock wave therapy for calcifying supraspinatus tendinitis: a randomized clinical trial comparing two different energy levels. *Phys. Ther.* 2012; 92(11): 1376–85. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110252>

Информация об авторах:

- Дружинин Валентин Николаевич** вед. научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, ФГБНУ «НИИ МТ», д-р мед. наук.
E-mail: druzhinin@mail.ru
- Суворов Вадим Германович** д-р мед. наук, зав. отделением реабилитации профессиональных и неинфекционных заболеваний клиники ФГБНУ «НИИ МТ».
E-mail: margo-183@rambler.ru
- Славинский Алексей Александрович** врач-рентгенолог, зав. отделением рентгенологических исследований и томографии ФГБНУ «НИИ МТ».
E-mail: Dr.Slavinsky@mail.ru
- Есин Евгений Витальевич** ректор ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия», Управление делами президента Российской Федерации, канд. мед. наук, доцент.
E-mail: kafedra97@inbox.ru

Information about the authors:

Valentin N. Druzhinin

Leading Researcher at the Laboratory of Biomedical Research, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Dr. Sci. (Med.).

E-mail: druzhinin@mail.ru

Vadim G. Suvorov

Head of the Department of Rehabilitation of Professional and Non-Communicable Diseases of the Clinic of Izmerov Research Institute of Occupational Health, Dr. Sci. (Med.).

E-mail: margo-183@rambler.ru

Alexey A. Slavinsky

Radiologist, Head of the Department of Radiological Studies and Tomography of Izmerov Research Institute of Occupational Health.

E-mail: Dr.Slavinsky@mail.ru

Evgeny V. Yesin

Rector of the Central state medical academy, Administration of the President of the Russian Federation, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor.

E-mail: kafedra97@inbox.ru