

DOI: 10.21294/1814-4861-2023-22-5-96-104
УДК: 616-006.327-08

Для цитирования: *Москвичева Л.И.* Возможности мини- и неинвазивных методов термической деструкции в лечении больных агрессивным фиброматозом. Сибирский онкологический журнал. 2023; 22(5): 96–104. – doi: 10.21294/1814-4861-2023-22-5-96-104

For citation: *Moskvicheva L.I.* Minimally-invasive and non-invasive methods of thermal destruction in the treatment of patients with aggressive fibromatosis. Siberian Journal of Oncology. 2023; 22(5): 96–104. – doi: 10.21294/1814-4861-2023-22-5-96-104

ВОЗМОЖНОСТИ МИНИ- И НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕКТРУКЦИИ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ АГРЕССИВНЫМ ФИБРОМАТОЗОМ

Л.И. Москвичева

Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, Россия, 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, 3

Аннотация

Цель исследования – характеристика различных методов локальной физической деструкции, применяемых в лечении больных агрессивным фиброматозом, и демонстрация международного опыта их применения. **Материал и методы.** Обзор отечественных и зарубежных научных источников, представленных в базах данных РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) и NCBI (National Center for Biotechnology Information) в период с 2002 по 2022 г., посвященных особенностям методов термической абляции (таких как радиочастотная и микроволновая абляция, криодеструкция, высокоинтенсивная фокусированная ультразвуковая терапия), применяющихся в терапии пациентов с десмоидными фибромами различной локализации, их безопасности и эффективности. **Результаты.** В обзоре представлены современные данные по безопасности и эффективности применения мини- и неинвазивных методов гипо- и гипертермической локальной деструкции у больных агрессивным фиброматозом, даны характеристики воздействия и указаны биологические эффекты при выполнении радиочастотной и микроволновой абляции, криодеструкции, высокоинтенсивной фокусированной ультразвуковой терапии, описаны основные ограничения методов, показания и противопоказания к их применению, а также используемые в клинической практике способы профилактики развития осложнений. **Заключение.** Описанные способы локальной деструкции применяют в клинической практике в основном с паллиативной и симптоматической целью, при упорном росте или рецидивировании опухоли, неэффективности других вариантов лечения или наличии противопоказаний к ним со стороны сопутствующей соматической патологии или функционального статуса пациента. Включение рассмотренных методов в план лечения больных агрессивным фиброматозом может способствовать снижению болевого синдрома, улучшению функционального статуса пациентов, а также достижению длительного периода жизни без прогрессирования опухолевого процесса.

Ключевые слова: десмоидная фиброма, агрессивный фиброматоз, радиочастотная абляция, микроволновая абляция, криодеструкция, высокоинтенсивная фокусированная ультразвуковая терапия, HIFU-терапия, MRgHIFU, USgHIFU.

MINIMALLY-INVASIVE AND NON-INVASIVE METHODS OF THERMAL DESTRUCTION IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH AGGRESSIVE FIBROMATOSIS

L.I. Moskvicheva

P.A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russia, 3, 2nd Botkinsky Drive, Moscow, 125284, Russia

Abstract

The purpose of the study was to characterize various methods of local physical destruction used in the treatment of patients with aggressive fibromatosis and demonstrate international experience of their use. **Material and Methods.** Literature search was conducted in the electronic databases RSCI (Russian Science Citation Index) and NCBI (National Centre for Biotechnology Information) in the interval time between 2002 and 2022. The review was devoted to the thermal ablation modalities (radiofrequency, microwave ablation, cryodestruction, high-intensity focused ultrasound ablations) used in therapy of patients with desmoid fibromas of various locations, as well as their safety and efficacy. **Results.** The review presents the current data on safety and efficacy of minimally-invasive and non-invasive methods of hypo- and hyperthermic local destruction in patients with aggressive fibromatosis, gives the characteristics of exposure and biological effects when performing radiofrequency and microwave ablation, cryodestruction, high-intensity focused ultrasound therapy, describes the main limitations of the methods, indications and contraindications for their application, as well as the methods of prevention of the development of desmoid fibromas. **Conclusion.** The described methods of local destruction are used in clinical practice mainly for palliative and symptomatic purposes, in case of persistent tumor growth or recurrence, ineffectiveness of other treatment options or contraindications to them due to concomitant somatic pathology or functional status of the patient. Inclusion of these methods in the treatment plan of patients with aggressive fibromatosis can contribute to the reduction of pain syndrome, improvement of functional status of patients as well as long survival with no evidence of tumor progression.

Key words: desmoid fibroma, aggressive fibromatosis, radiofrequency ablation, microwave ablation, cryodestruction, high-intensity focused ultrasound therapy, HIFU therapy, MRgHIFU, USgHIFU.

Введение

Десмоидная фиброма (десмоид, агрессивный фиброматоз, фиброматоз десмоидного типа) представляет собой редкую (3–3,5 % опухолей мягких тканей и 0,03–0,13 % среди всех новообразований) опухоль, возникающую из веретенообразных мезенхимальных фибробластоподобных клеток, наиболее часто встречающуюся у женщин 35–40 лет [1–3].

Десмоидные фибромы не метастазируют (в связи с чем их относят к доброкачественным), однако отличаются местно-деструктивным ростом, высокой частотой рецидивирования после хирургического лечения (до 77 %) и значительным влиянием на функциональный статус пациентов [4]. В зависимости от локализации выделяют абдоминальные (передняя брюшная стенка), интраабдоминальные (брюшная полость и забрюшинное пространство, малый таз), экстраабдоминальные (верхние и нижние конечности, грудная стенка, голова, шея), мультифокальные десмоидные фибромы [5]. В качестве основных факторов развития десмоидных опухолей описывают травматическое повреждение мягких тканей, эндокринные нарушения и различные хромосомные аномалии [6–8].

Основные варианты лечения десмоидной фибромы включают оперативное вмешательство, лучевую терапию, системное лекарственное лечение

с помощью нестероидных противовоспалительных препаратов, гормональной, таргетной терапии или химиотерапии. Хирургическое лечение все реже применяется на первом этапе терапии в связи с высокой частотой местных рецидивов и неудовлетворительными функциональными результатами [9]. Сейчас показаниями для оперативного вмешательства являются локализованный характер абдоминального десмоида, его небольшие размеры, наличие выраженной симптоматики, риск развития функциональных нарушений [10]. Активное наблюдение становится все более предпочтительным, особенно при опухолях, резекция которых привела бы к значительной частоте осложнений [11]. Консервативная терапия рекомендуется для пациентов с десмоидами, расположенными в анатомически сложных областях, например в брыжейке кишки [12].

Лучевую терапию рассматривают в качестве альтернативы хирургическому лечению в ситуациях, когда размер или расположение десмоида определяют высокие риски оперативного вмешательства, а также применяют в случаях остаточной опухоли или рецидива заболевания [13]. Частота 5-летнего локального контроля при выполнении данного вида лечения достигает 71 %, однако ряд авторов отмечают выраженную токсичность

радиотерапии и наличие риска развития радиоиндуцированных злокачественных новообразований, особенно у молодых пациентов [14–16].

По данным литературы, химиотерапия в различных режимах способствует долгосрочному контролю над заболеванием у 50–70 % пациентов [17]. Однако данное лечение связано со значительной частотой развития токсических явлений III–IV степени (17–93 %), включая миелосупрессию, периферическую нейротоксичность, кардио- и гепатотоксичность, мукозиты [17, 18]. Среди таргетных препаратов наиболее активно применяются ингибиторы тирозинкиназы (иматиниб, сорафениб, пазопаниб) и гамма-секретазы [19–21]. Наиболее обнадеживающие результаты у больных с прогрессирующим, симптоматическим и рецидивирующим десмоидом продемонстрировал сорафениб в исследовании M.M. Gounder et al. (2018). Частота объективного ответа опухоли при данной терапии достигла 33 %, 2-летняя выживаемость без прогрессирования – 81 %, среднее время до достижения ответа – 9,6 мес. Среди наиболее распространенных нежелательных явлений отмечены кожная сыпь (73 %), ладонно-подошвенный синдром I–II степени (69 %), общая слабость (67 %), артериальная гипертензия (55 %), диарея (51 %) и тошнота (49 %) [21].

В 2022 г. S. Testa et al. провели оценку 5-летней выживаемости без прогрессирования и медианы времени до возобновления лечения у 262 больных десмоидной фибромой, получавших различные виды лечения. В группе первичного оперативного вмешательства данные показатели составили 50,6 % и 69,1 мес; у больных, получавших комбинированное лечение, включающее операцию и адъювантную лучевую терапию, – 64,9 % и 149,5 мес; при комбинации операции и адъювантной системной лекарственной терапии – 57,1 % и 44,7 мес; в группе самостоятельной химиотерапии – 24,9 % и 4,4 мес; гормональной терапии – 26,7 % и 5,3 мес; таргетной терапии ингибиторами тирозинкиназы – 41,3 % и 29,6 мес; для физических локальных методов (криоабляция или высокоинтенсивная фокусированная ультразвуковая терапия) – 44,4 % и 8,9 мес; для активного наблюдения – 43,1 % и 32,7 мес [22].

Изучаются возможности применения у больных агрессивным фиброматозом различных методов физической деструкции: радиочастотной и микроволновой абляции, криодеструкции и высокоинтенсивной фокусированной ультразвуковой терапии [23, 24]. Данные абляционные методики наиболее активно применяются в лечении злокачественных новообразований печени, поджелудочной железы и почки [25, 26].

Целью исследования является оценка междоународного опыта применения мини- и неинвазивных методов термической деструкции у больных десмоидной фибромой.

Радиочастотная абляция

Радиочастотная абляция (РЧА) – метод локального термического воздействия, основанный на действии переменного электрического поля на ионы ткани, в конечном счете, вызывающем выделение тепла, денатурацию белков и развитие коагуляционного некроза. При выполнении РЧА используется электрический ток с частотой 375–500 кГц. Процедура может быть проведена с применением одного или нескольких тонкоигольных электродов, миниинвазивным, эндоскопическим или открытым доступом, под контролем ультразвукового исследования или компьютерной томографии [26]. Ограничениями применения метода являются высокий импеданс тканей, явления испарения и карбонизации, препятствующие распространению тепла, а также снижение интенсивности нагрева в зонах высокой васкуляризации и теплоотведения [27]. Осложнения РЧА связаны с самим термическим воздействием, а также размещением электродов и заземляющей площадки и представлены гриппоподобным синдромом, инфекционными процессами и некрозом мягких тканей зоны доступа, болью в области воздействия, кровотечением, повреждением рядом расположенных органов и структур [28].

Первое сообщение об использовании РЧА для лечения рецидивной экстраабдоминальной десмоидной фибромы с получением полного некроза опухоли и развитием послеоперационных инфекционных осложнений было опубликовано T. Tsz-Kan et al. в 2007 г. [29]. Позднее ряд авторов описали единичные наблюдения применения РЧА с паллиативной и симптоматической целью у больных агрессивным фиброматозом передней брюшной стенки, экстра- и интраабдоминальной локализации, в которых основным видом нежелательных явлений были ожоги кожи [30–32].

В 2014 г. L. Cobianchi et al. продемонстрировали методику радикальной РЧА у 39-летнего мужчины с синдромом Гарднера и десмоидными фибромами, расположенными в корне брыжейки тонкой кишки, передней брюшной стенке и мягких тканях спины. Опухоли первых двух локализаций были удалены хирургическим путем, оставшиеся два очага (в правой надлопаточной и левой подлопаточной области) подвергнуты чрескожной РЧА. Использовали радиочастотный генератор (модель TAG 100, Invatec Srl, Roncadelle, Italy или модель RF 3000, Boston Scientific, Natick, MA, USA), заземляющую площадку (проводящие пластины размером 8×16,5 см; GPS Srl, Mozzo, Italy) и активные электроды. При лечении первой опухоли применяли монополярный охлаждающийся электрод диаметром 2,8 мм, при РЧА второго очага – расширяемый игольчатый электрод диаметром 2,5 мм (калибр 17) со стержнями из нержавеющей стали длиной от 15 до 25 см. Процедуру проводили под общим наркозом, под контролем УЗИ. В первом случае наконечник электрода вводили в опухоль вдоль основной оси

поражения, генератор включали на мощность 70–100 Вт в течение 3–6 мин. Когда гиперэхогенная зона вокруг наконечника электрода достигала размеров опухоли, процедуру прекращали и извлекали электрод. При использовании электрода 17-го калибра наконечник вводили перпендикулярно поражению, располагали в центре опухоли. Затем включали радиочастотный генератор на мощность 20–50 Вт, на 6–12 мин. Для профилактики ожогов кожу в проекции опухоли охлаждали льдом на протяжении всей процедуры. После обоих сеансов РЧА пациент отмечал умеренную боль в области воздействия. Отмечено развитие ожога кожи I степени. За период наблюдения в 18 мес рецидива опухоли в зонах РЧА по данным УЗИ не отмечено [33].

Микроволновая абляция

Микроволновая абляция (МВА) – локальный метод термической деструкции, основанный на гибели опухолевых клеток вследствие влияния электромагнитных колебаний на биологические структуры, содержащие полярные молекулы (главным образом воду). Микроволны – неионизирующие волны, лежащие в пределах электромагнитного спектра, частота которого колеблется от 900 до 2450 МГц. В зоне их действия полярные молекулы вынуждены непрерывно перестраиваться (явление ажитации), что приводит к увеличению их кинетической энергии, росту температуры ткани, денатурации внутриклеточных белков и клеточных мембран [6]. Распространение микроволн не зависит от электропроводности, поэтому, в отличие от РЧА, МВА применима ко всем биологическим тканям, обеспечивает более быстрый нагрев и высокие температуры, характеризуется более равномерным и предсказуемым распределением тепла, позволяет получить более крупные зоны некроза, а также эффективна в зонах расположения крупных сосудов, областях высокой перфузии, при лечении кистозных образований [34, 35].

Аппараты для МВА состоят из генератора с частотой электромагнитных волн 915 МГц или 2,45 ГГц и различного вида аппликаторов. Дополнительно могут присутствовать температурный датчик и система жидкостного охлаждения аппликатора [36]. Для проведения МВА могут быть применены различные интервенционные подходы (чрескожный, лапароскопический или открытый) и методы наведения (КТ, МРТ и УЗИ). Процедура может быть выполнена с помощью одного или нескольких аппликаторов (для получения сферического или трехмерного некроза) [37].

Оценка эффективности абляции может быть осуществлена при УЗИ (зона повышенной эхогенности), КТ (гиподенсивный участок), МРТ (снижение степени перфузии и изменение интенсивности сигнала), ПЭТ-КТ (увеличение степени поглощения радиофармпрепарата). Технически успешной абляцией считается ситуация, при ко-

торой полученная зона деструкции охватывает всю опухоль и 5–10 мм окружающей визуально здоровой ткани [38].

Абсолютными противопоказаниями для МВА считают острые или активные хронические воспалительные и инфекционные процессы любой локализации, относительными – расположение опухоли вблизи жизненно важных структур (кишечник, желчный пузырь, крупные желчные протоки или кровеносные сосуды). Металлические материалы и устройства, такие как хирургические зажимы и кардиостимуляторы, не являются противопоказаниями для выполнения данной процедуры [35, 37]. В качестве основных осложнений МВА описывают боль, постабляционный синдром (субфебрильная температура, тошнота, слабость в течение 1 нед), реакцию плевры или брюшины, визуализационные свидетельства бессимптомного минимального теплового повреждения соседних органов и структур [39].

В 2021 г. А. Martínez-Martínez et al. провели ретроспективный анализ безопасности и эффективности чрескожной МВА (12 процедур) с паллиативной и симптоматической целью у 9 пациентов в возрасте 21–76 лет (в среднем – 46,6 года) с морфологически подтвержденным экстраабдоминальным агрессивным фиброматозом. В исследование включены больные с прогрессирующим ростом опухоли на фоне стандартных методов лечения или с выраженной симптоматикой. Средний диаметр новообразований составил 10,4 см, средний объем – 212,7 см³. У 3 пациентов десмоидная фиброма располагалась в мышцах бедра, у 2 – в ягодичной мышце, у 2 – в мягких тканях голени, у 2 – в перискапулярной области. Среднее расстояние от опухоли до кожи составило 10,3 мм, до крупных сосудисто-нервных пучков – 13,9 мм. Микроволновую абляцию проводили под наркозом, региональной или местной анестезией в зависимости от локализации и размера опухоли. Для навигации применяли КТ. В качестве вводных троакаров использовали иглы для вертебропластики длиной 100 мм. Во всех случаях использовалась микроволновая система HS Amica MW & RF generator (Mermaid Medical) с выходной мощностью до 140 Вт на частоте волны 2450 МГц с зондом калибра 16 G длиной 200 мм. После процедуры пациенты находились под наблюдением в дневном хирургическом стационаре или отделении реанимации. Ранний постпроцедурный контроль осуществляли также посредством КТ, для дальнейшего наблюдения использовали МРТ. Период выполнения контрольного обследования после МВА составил 1–6 мес (в среднем – 3,7 мес). До лечения у 6 пациентов функциональный статус по шкале ECOG составлял 2 балла, у 3 пациентов – 1 балл. После абляции у 8 (88,9 %) пациентов наблюдалось улучшение показателей по шкале ECOG. Средний объем опухоли после процедуры составил 78,9 см³, среднее уменьшение объема опу-

холи – 70,4 % от исходного объема. В дальнейшем 4 больным выполнен второй курс лечения с целью воздействия на остаточную опухоль (через 3 мес), 2 пациентам – по поводу рецидива заболевания (через 2 и 3 года после первой абляции). При оценке безопасности всех проведенных 12 процедур наблюдались следующие побочные эффекты: у 1 пациента развилась послеоперационная гематома, у 1 – поражение надлопаточного и подмышечного нервов с неврологической двигательной дисфункцией конечности. Авторы сделали вывод о том, что МВА является эффективным методом локального контроля десмоидной фибромы и улучшения качества жизни больных агрессивным фиброматозом [40].

Криодеструкция

Криодеструкция (криоабляция) – инвазивный метод локального воздействия, основанный на эффекте Джоуля–Томсона, который описывает способность газа извлекать тепловую энергию из окружающей области при быстром расширении [24]. Выраженность повреждения ткани зависит от степени колебания температуры в процессе чередующихся циклов замораживания и оттаивания. Биологические явления, характерные для криодеструкции, включают внеклеточную кристаллизацию воды при замораживании ткани, осмотический сдвиг и первоначальное обезвоживание клеток, внутриклеточную кристаллизацию воды с разрушением клеточных органелл и мембраны. Во время этапа оттаивания вода поступает из гипотонического интерстиция в клетки, что приводит к их дальнейшему повреждению [41]. Данные процессы проходят как в клетках опухоли, так и в эндотелии мелких сосудов, что способствует развитию тромбоза и локальной ишемии ткани [42].

На эффективность криодеструкции влияют тип ткани, скорость, продолжительность и количество процессов замораживания и оттаивания (наиболее эффективно выполнение минимум двух циклов с быстрым замораживанием и медленным оттаиванием), а также захват 5–8 мм окружающей опухоль нормальной ткани, поскольку граница видимого ледяного шара не соответствует границе эффективной зоны абляции [43].

В современных системах криодеструкции для замораживания применяют газы с высокой температурой инверсии (азот или аргон), которые охлаждаются при расширении до -185 – (-160) °C. Оттаивание ткани может происходить спонтанно или под действием газов с низкой температурой инверсии (гелия) [28]. Криоабляция может быть выполнена как открытым, так и чрескожным доступом. В клинической практике наиболее широко применяют системы Visual Ice (Galil – BTG, Farnham, UK) и Endocare Cryocare (Health Tronics, Austin, TX, USA), зонды 17-го калибра (Ice-Seed, Ice-Sphere, Ice-Rod – SeedNet, Galil Medical Ltd., Yokneam Illit, Israel) [44]. Для визуализации об-

разующегося ледяного шара могут быть использованы УЗИ (картина ограничена поверхностью льда), КТ или МРТ с термометрией [44]. В качестве преимуществ криодеструкции описывают обезболивающий эффект низких температур, возможность непрерывного мониторинга процесса в режиме реального времени. Основным недостатком метода является относительно высокая стоимость оборудования [45].

Местные реакции после выполнения процедуры включают умеренную боль и отек мягких тканей. Частота нежелательных явлений I–II степени по классификации Clavien–Dindo при криоабляции десмоидных опухолей составляет 4,8–84 %, III–IV степени – 2,4–30 % [46, 47]. В качестве основных осложнений описывают нарушение функции двигательных или чувствительных нервов, рабдомиолиз, некроз кожи, кишечный свищ, инфекционные процессы [48–52].

Для профилактики нежелательных явлений при расположении опухолевого образования на расстоянии менее 1–2 см от кожи, сосудисто-нервного пучка или органа брюшной полости и забрюшинного пространства рекомендуют использовать различные способы смещения (гидродиссекция, карбодиссекция), электростимуляцию и нейромониторинг [46, 50].

В связи с местноагрессивным характером роста десмоидных фибром данный метод применяется в основном с паллиативной и симптоматической целью, при упорном росте или рецидивировании опухоли, неэффективности других вариантов лечения или наличии противопоказаний к ним со стороны сопутствующей соматической патологии или функционального статуса пациента. По данным последних исследований, систематических обзоров и метаанализа (2020–22), 1- и 3-летняя выживаемость без прогрессирования при криодеструкции экстраабдоминальных десмоидных фибром достигает 84,5–85,8 и 77,3–82,9 % соответственно, частота полного ответа опухоли на лечение колеблется в диапазоне 0–43,3 %, частичного ответа – 26,2–73,9 %, через 6 мес после лечения наблюдается значимое снижение уровня выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) (5,7 vs 2,4 баллов, $p < 0,001$), уменьшение выраженности боли на минимум 3 балла по ВАШ достигается у 96,7 %, а полное купирование болевого синдрома наблюдается у 40–66,7 % пациентов [46, 47, 49, 53].

В 2021 г. J.E. Kurtz et al. опубликовали результаты единственного проспективного нерандомизированного многоцентрового исследования II фазы CRYODESMO-01, включавшего 50 пациентов с рефрактерными к лечению или симптоматическими десмоидными опухолями. Средний возраст пациентов составил 41 год (диапазон 19–73 года), 78 % больных являлись женщинами. Среднее число примененных ранее методов лечения составило 2,0 (диапазон 1–4), включая нестероидные противо-

воспалительные препараты, гормональную, антиангиогенную терапию. Десмоидные опухоли были расположены в мягких тканях конечностей у 36 %, туловища – у 60 %, полости малого таза – у 4 % пациентов. Медиана диаметра опухоли – 89 мм. В исследование были включены пациенты, у которых доля разрушенного в результате криодеструкции объема опухоли составляла 90 % и более. Лечение проводили с паллиативной и симптоматической целью. При оценке отдаленных результатов у 86 % больных наблюдалось отсутствие прогрессирования заболевания через 12 мес, частота полного ответа составила 29 %, частичного – 29 %, стабилизации – 31 %. Медиана продолжительности жизни без прогрессирования не достигнута, при среднем сроке наблюдения – 31 мес. Токсичность I и II степени по классификации Clavien–Dindo отмечена у 32,8 и 44,5 % пациентов, III–IV степени – у 22 % больных [54].

Среди неблагоприятных факторов рецидива после криоабляции выделяют лечение десмоидной фибромы диаметром более 5 см ($p=0,033$), возраст пациентов до 25 лет ($p=0,010$) и предшествующее рецидивирование опухоли на фоне других методов лечения ($p=0,053$) [55].

Высокоинтенсивная фокусированная ультразвуковая терапия

Высокоинтенсивная фокусированная ультразвуковая терапия (high-intensity focused ultrasound, HIFU) – метод дистанционного неинвазивного локального термического воздействия на опухоли различной локализации, основой которого является возможность фокусирования ультразвуковых лучей высокой интенсивности (1–20 кВт/см²) в одной зоне, где возникают явления термического и кавитационного повреждения клеток [56]. В качестве методов визуализации при проведении HIFU-терапии могут быть использованы магнитно-резонансная томография (Magnetic resonance guided high-intensity focused ultrasound, MRgHIFU) или ультразвуковое исследование (Ultrasound guided high-intensity focused ultrasound, USgHIFU) [57]. Наиболее важными преимуществами MRgHIFU являются более четкая разметка зоны воздействия, возможность оценки изменений в ткани в режиме реального времени и осуществления термометрии. Однако данный вид лечения не показан в случае наличия у больных кардиостимулятора, металлических эндопротезов или других инородных тел [58]. Проведение USgHIFU отличается относительной технической простотой и более низкой стоимостью, но имеет свои недостатки в виде невозможности непосредственной и ранней постпроцедурной оценки эффективности абляции, а также оценки степени нагрева целевой зоны [58, 59].

По сравнению с другими малоинвазивными методами локальной деструкции HIFU-терапия характеризуется низкой частотой осложнений, связанной с неинвазивным характером воздействия,

а также прецизионностью воздействия, возможностью многократного выполнения процедур в случае лечения как первичных, так и метастатических или рецидивных опухолей [60, 61]. На настоящем этапе USgHIFU десмоидных опухолей проводят на аппаратах JC Focused Ultrasound Tumor Therapeutic System (Chongqing Haifu Medical Technology Co., Ltd., Chongqing, China) и FEP-BY02 (Beijing Yuande Biomedical Engineering, Beijing, China); MRgHIFU выполняют на оборудовании ExAblate 2000 MR guided focused ultrasound system (InSightec, Tirat-Carmel, Israel) и Sonalleve (Philips Medical Systems, Vantaa, Finland) [62–68].

Данный метод воздействия применяется с паллиативной и симптоматической целью. При лечении больных агрессивным фиброматозом критериями отбора являются наличие нерезектабельной первичной или рецидивной опухоли; отказ пациента от хирургического лечения; гистологическая верификация диагноза; удовлетворительная визуализация десмоида при УЗИ; расположение новообразования на глубине более 2 см от поверхности кожи и не менее 1,5 см от окружающих органов или структур, функциональный статус по шкале Карновского $>50\%$ [62–65]. В качестве критериев исключения учитывают лучевые, рубцовые, воспалительные и травматические поражения кожи в области акустического доступа, муфтообразное вовлечение крупных нервных стволов, невозможность сохранения требуемого положения тела во время процедуры, декомпенсированные сопутствующие заболевания, наличие аллергических реакций на контрастные препараты для МРТ, противопоказания к проведению седации и наркоза, беременность и период лактации [64–66].

Перед лечением всем пациентам выполняется строгая подготовка кишечника (с применением раствора электролита полиэтиленгликоля) и кожи (бритье волос, обезжиривание и дегазация кожи брюшной стенки с помощью вакуумного устройства) [63]. Процедуры могут проводиться под наркозом, внутривенной седацией, региональной или местной анестезией [62, 67]. Требуемое число сеансов определяют в зависимости от полученного объема некровоснабжаемой зоны в опухоли по данным МРТ с контрастным усилением: при размере новообразования 10 см и менее достаточным считают объем абляции, составляющий 60–80 % от объема опухоли, при диаметре образования более 10 см – 30–50 % [65].

При HIFU-терапии на аппаратах под УЗ-контролем в области акустического доступа у всех пациентов отмечают отек кожи и мягких тканей, а также умеренные болевые ощущения в зоне обработки (2–4 балла по ВАШ) [62, 63]. Частота развития нежелательных явлений локального лечения не превышает 33,3 % [66]. В качестве основных осложнений USgHIFU описывают лихорадку – 38,5 °C и более, парестезии конечности без нарушения двигательной функции, ожоги кожи I–III

степени, повреждение нервных стволов с неврологической дисфункцией, перфорацию кишечника, макрогематурию, бессимптомную травму крестца, внутриопухолевое кровоизлияние, инфекционные осложнения [62–66]. При этом существенной разницы в частоте нежелательных явлений у пациентов с различной локализацией опухоли ($p=0,846$), при однократном или многократном проведении процедур ($p=0,561$), после первой и последующей абляции ($p=0,383$) не отмечается [64, 65].

Признаки деструкции опухоли по данным МРТ с контрастным усилением сразу после USgHIFU наблюдаются у 92,5–100 % пациентов [63, 64]. При контрольном обследовании через 1 мес средняя доля некровоснабжаемого в результате обработки объема опухоли достигает 69,5–89,5 % [62, 64, 65]. Степень регрессии объема десмоида через 6 и 12 мес составляет 34,8 и 58,2 % соответственно, частота объективного ответа опухоли – 47,3 %, показатель контроля заболевания – 96,7 % [63, 65].

Выполнение MRgHIFU у больных агрессивным фиброматозом способствует уменьшению среднего уровня болевого синдрома с $6 \pm 2,3$ балла по ВАШ до $1,3 \pm 2$ баллов ($p=0,021$) за период наблюдения в 8 мес [67]. Полная абляция достигается у пациентов с опухолями объемом до 23 мл [68]. Однако, по данным исследований, частота развития осложнений MRgHIFU достигает 66,7 %, основными из которых являются ожоги кожи II степени, повреждение нервных стволов, термическое повреждение рядом расположенных органов и структур с развитием тромбоза перипоухолевых сосудов, гипоперфузии ягодичной мышцы и клиничко-лабораторной картины острого панкреатита [67, 68].

Заключение

Высокая частота рецидивирования десмоидных фибром после хирургического лечения, низкая

чувствительность к лекарственной терапии, а также частое инвалидизирующее течение данных опухолей определяют высокую значимость изучения и внедрения в практику дополнительных методов локального контроля и повышения качества жизни таких больных. В связи с низкой частотой встречаемости агрессивного фиброматоза число клинических исследований, посвященных изучению абляционных методов воздействия при данной патологии, также достаточно ограничено. Большинство научных работ представляют собой клинические случаи или анализ результатов лечения малых групп пациентов. Наиболее хорошо изучены эффективность и безопасность выполнения криодеструкции и HIFU-терапии у больных агрессивным фиброматозом.

Описанные в статье мини- и неинвазивные методы гипер- и гипотермической деструкции достаточно широко применяются при лечении злокачественных новообразований других локализаций. В случае с десмоидными фибромами данные способы абляции применяют преимущественно для паллиативного и симптоматического лечения рецидивирующих или рефрактерных к другим методам терапии экстраабдоминальных опухолей. Данные методы деструкции способствуют снижению болевого синдрома, улучшению функционального статуса, а также достижению длительного периода жизни без прогрессирования опухолевого процесса, однако характеризуются значительным числом осложнений, связанных с характером воздействия, а также расположением опухолевых очагов. Строгое соблюдение методики выполнения, а также критериев отбора пациентов на каждый вид абляции может способствовать снижению частоты нежелательных явлений, более широкому внедрению данных методов в клиническую практику.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Martínez Trufero J., Pajares Bernad I., Torres Ramón I., Hernando Cubero J., Pazo Cid R. Desmoid-Type Fibromatosis: Who, When, and How to Treat. *Curr Treat Options Oncol.* 2017; 18(5): 29. doi: 10.1007/s11864-017-0474-0.
2. Kasper B. The EORTC QLQ-C30 Summary Score as a Prognostic Factor for Survival of Patients with Cancer: A Commentary. *Oncologist.* 2020; 25(4): 610–1. doi: 10.1634/theoncologist.2019-0749.
3. van Broekhoven D.L., Grünhagen D.J., den Bakker M.A., van Dalen T., Verhoef C. Time trends in the incidence and treatment of extra-abdominal and abdominal aggressive fibromatosis: a population-based study. *Ann Surg Oncol.* 2015; 22(9): 2817–23. doi: 10.1245/s10434-015-4632-y.
4. Li Destri G., Ferraro M.J., Calabrini M., Pennisi M., Magro G. Desmoid-type fibromatosis of the mesentery: report of a sporadic case with emphasis on differential diagnostic problems. *Case Rep Med.* 2014. doi: 10.1155/2014/850180.
5. Alman B., Attia S., Baumgarten C., et al. Desmoid Tumor Working Group. The management of desmoid tumours: A joint global consensus-based guideline approach for adult and paediatric patients. *Eur J Cancer.* 2020; 127: 96–107. https://doi.org/10.1016/j.ejca.2019.11.013.
6. Koskenvuo L., Ristimäki A., Lepistö A. Comparison of sporadic and FAP-associated desmoid-type fibromatoses. *J Surg Oncol.* 2017; 116(6): 716–21. doi: 10.1002/jso.24699.
7. Sanchez-Mete L., Ferraresi V., Caterino M., Martayan A., Terrenato I., Mannisi E., Stigliano V. Desmoid Tumors Characteristics, Clinical Management, Active Surveillance, and Description of Our FAP Case Series. *J Clin Med.* 2020; 9(12): 4012. doi: 10.3390/jcm9124012.
8. Crago A.M., Chmielecki J., Rosenberg M., O'Connor R., Byrne C., Wilder F.G., Thorn K., Agius P., Kuk D., Socci N.D., Qin L.X., Meyerson M.,

Hameed M., Singer S. Near universal detection of alterations in CTNBN1 and Wnt pathway regulators in desmoid-type fibromatosis by whole-exome sequencing and genomic analysis. *Genes Chromosomes Cancer.* 2015; 54(10): 606–15. doi: 10.1002/gcc.22272.

9. Skubitz K.M. Biology and Treatment of Aggressive Fibromatosis or Desmoid Tumor. *Mayo Clin Proc.* 2017; 92(6): 947–64. doi: 10.1016/j.mayocp.2017.02.012.

10. Kasper B., Baumgarten C., Garcia J., Bonvalot S., Haas R., Haller F., Hohenberger P., Penel N., Messiou C., van der Graaf W.T., Gronchi A.; Desmoid Working Group. An update on the management of sporadic desmoid-type fibromatosis: a European Consensus Initiative between Sarcoma Patients EuroNet (SPAEN) and European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC)/Soft Tissue and Bone Sarcoma Group (STBSG). *Ann Oncol.* 2017; 28(10): 2399–408. doi: 10.1093/annonc/mdx323.

11. Penel N., Le Cesne A., Bonvalot S., Giraud A., Bompas E., Rios M., Salas S., Isambert N., Boudou-Rouquette P., Honore C., Italiano A., Ray-Coquard I., Piperno-Neumann S., Gouin F., Bertucci F., Ryckewaert T., Kurtz J.E., Ducimetiere F., Coindre J.M., Blay J.Y. Surgical versus non-surgical approach in primary desmoid-type fibromatosis patients: A nationwide prospective cohort from the French Sarcoma Group. *Eur J Cancer.* 2017; 83: 125–31. doi: 10.1016/j.ejca.2017.06.017.

12. Choi S.H., Yoon H.I., Kim S.H., Kim S.K., Shin K.H., Suh C.O. Optimal radiotherapy strategy for primary or recurrent fibromatosis and long-term results. *PLoS One.* 2018; 13(5). doi: 10.1371/journal.pone.0198134.

13. Janssen M.L., van Broekhoven D.L., Cates J.M., Bramer W.M., Nuytens J.J., Gronchi A., Salas S., Bonvalot S., Grünhagen D.J., Verhoef C. Meta-analysis of the influence of surgical margin and adjuvant radiotherapy

- on local recurrence after resection of sporadic desmoid-type fibromatosis. *Br J Surg*. 2017; 104(4): 347–57. doi: 10.1002/bjs.10477.
14. Bishop A.J., Zarzour M.A., Ratan R., Torres K.E., Feig B.W., Wang W.L., Lazar A.J., Moon B.S., Roland C.L., Guadagnolo B.A. Long-Term Outcomes for Patients With Desmoid Fibromatosis Treated With Radiation Therapy: A 10-Year Update and Re-evaluation of the Role of Radiation Therapy for Younger Patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2019; 103(5): 1167–74. doi: 10.1016/j.ijrobp.2018.12.012.
 15. Bishop A.J., Landry J.P., Roland C.L., Ratan R., Feig B.W., Moon B.S., Zarzour M.A., Wang W.L., Lazar A.J., Lewis V.O., Torres K.E., Guadagnolo B.A. Certain risk factors for patients with desmoid tumors warrant reconsideration of local therapy strategies. *Cancer*. 2020; 126(14): 3265–73. doi: 10.1002/cncr.32921.
 16. Gronchi A., Colombo C., Le Pécoux C., Dei Tos A.P., Le Cesne A., Marrari A., Penel N., Grignani G., Blay J.Y., Casali P.G., Stoeckle E., Gherlinzoni F., Meus P., Mussi C., Gouin F., Duffaud F., Fiore M., Bonvalot S.; ISG and FSG. Sporadic desmoid-type fibromatosis: a stepwise approach to a non-metastasising neoplasm—a position paper from the Italian and the French Sarcoma Group. *Ann Oncol*. 2014; 25(3): 578–83. doi: 10.1093/annonc/mdt485.
 17. Болотина Л.В., Новикова О.В., Прокофьева Е.А. Роль химиотерапии в лечении агрессивного фиброматоза. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2012; 1(3): 72–6. [Bolotina L.V., Novikova O.V., Prokof'eva E.A. Role of chemotherapy in the treatment of aggressive fibromatosis. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2012; 1(3): 72–6. (in Russian)].
 18. Palassini E., Frezza A.M., Mariani L., Lalli L., Colombo C., Fiore M., Messina A., Casale A., Morosi C., Collini P., Stacchiotti S., Casali P.G., Gronchi A. Long-term Efficacy of Methotrexate Plus Vinblastine/Vinorelbine in a Large Series of Patients Affected by Desmoid-Type Fibromatosis. *Cancer J*. 2017; 23(2): 86–91. doi: 10.1097/PPO.0000000000000254.
 19. Toulmonde M., Pulido M., Ray-Coquard I., Andre T., Isambert N., Chevreau C., Penel N., Bompas E., Saada E., Bertucci F., Lebbe C., Le Cesne A., Soulie P., Piperno-Neumann S., Sweet S., Cecchi F., Hembrough T., Bellera C., Kind M., Crombe A., Lucchesi C., Le Loarer F., Blay J.Y., Italiano A. Pazopanib or methotrexate-vinblastine combination chemotherapy in adult patients with progressive desmoid tumours (DESMOPAZ): a non-comparative, randomised, open-label, multicentre, phase 2 study. *Lancet Oncol*. 2019; 20(9): 1263–72. doi: 10.1016/S1473-2045(19)30276-1.
 20. Kumar S., O'Sullivan Coyne G., Do K.T., Turkbey B., Meltzer P.S., Polley E., Choyke P.L., Meehan R., Vilimas R., Horneffer Y., Juwara L., Lih A., Choudhary A., Mitchell S.A., Helman L.J., Doroshow J.H., Chen A.P. Clinical Activity of the γ -Secretase Inhibitor PF-03084014 in Adults With Desmoid Tumors (Aggressive Fibromatosis). *J Clin Oncol*. 2017; 35(14): 1561–9. doi: 10.1200/JCO.2016.71.1994.
 21. Gounder M.M., Mahoney M.R., Van Tine B.A., Ravi V., Attia S., Deshpande H.A., Gupta A.A., Milhem M.M., Conry R.M., Movva S., Pishvaian M.J., Riedel R.F., Sabagh T., Tap W.D., Horvat N., Basch E., Schwartz L.H., Maki R.G., Agaram N.P., Lefkowitz R.A., Mazaheri Y., Yamashita R., Wright J.J., Dueck A.C., Schwartz G.K. Sorafenib for Advanced and Refractory Desmoid Tumors. *N Engl J Med*. 2018; 379(25): 2417–28. doi: 10.1056/NEJMoa1805052.
 22. Testa S., Bui N.Q., Charville G.W., Avedian R.S., Steffner R., Ghanouni P., Mohler D.G., Ganjoo K.N. Management of Patients with Newly Diagnosed Desmoid Tumors in a First-Line Setting. *Cancers (Basel)*. 2022; 14(16): 3907. doi: 10.3390/cancers14163907.
 23. Mikhael R., Smith M., Tzanis D., Watson S., Miah A.B., Bonvalot S. Desmoid tumors: who, when and how to treat? *Curr Opin Oncol*. 2022; 34(4): 335–41. doi: 10.1097/CCO.0000000000000854.
 24. Zhou M.Y., Bui N.Q., Charville G.W., Ghanouni P., Ganjoo K.N. Current management and recent progress in desmoid tumors. *Cancer Treat Res Commun*. 2022; 31. doi: 10.1016/j.ctarc.2022.100562.
 25. Москвичева Л.И., Сидоров Д.В., Ложкин М.В., Петров Л.О., Забелин М.В. Современные методы абляции злокачественных новообразований печени. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(4): 58–71. [Moskvicheva L.I., Sidorov D.V., Lozhkin M.V., Petrov L.O., Zabelin M.V. Modern methods of ablation of malignant tumors of the liver. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(4): 58–71. (in Russian)]. doi: 10.17709/2409-2231-2018-5-4-6.
 26. Москвичева Л.И., Петров Л.О., Сидоров Д.В. Возможности современных методов абляции при нерезектабельном местнораспространенном раке поджелудочной железы. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(2): 86–99. [Moskvicheva L.I., Petrov L.O., Sidorov D.V. The possibilities of modern methods of ablation in non-resectable locally advanced pancreatic cancer. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(2): 86–99. (in Russian)]. doi: 10.17709/2409-2231-2018-5-2-10.
 27. Hinshaw J.L., Lubner M.G., Ziemiencz T.J., Lee F.T., Brace C.L. Percutaneous tumor ablation tools: microwave, radiofrequency, or cryoablation – what should you use and why? *Radiographics*. 2014; 34(5): 1344–62. doi: 10.1148/rg.345140054.
 28. Zhang Z., Shi J., Yang T., Liu T., Zhang K. Management of aggressive fibromatosis. *Oncol Lett*. 2021; 21(1): 43. doi: 10.3892/ol.2020.12304.
 29. Tsz-Kan T., Man-Kwong C., Shu Shang-Jen J., Ying-Lee L., Wai Man-Wah A., Hon-Shing F. Radiofrequency ablation of recurrent fibromatosis. *J Vasc Interv Radiol*. 2007; 18(1 Pt 1): 147–50. doi: 10.1016/j.jvir.2006.08.001.
 30. Ilaslan H., Schils J., Joyce M., Marks K., Sundaram M. Radiofrequency ablation: another treatment option for local control of desmoid tumors. *Skeletal Radiol*. 2010; 39(2): 169–73. doi: 10.1007/s00256-009-0807-6.
 31. Barrow E., Newton K., Rajashanker B., Lee S., Evans D.G., Hill J. Successful radiofrequency ablation of an anterior abdominal wall desmoid in familial adenomatous polyposis. *Colorectal Dis*. 2013; 15(3): 160–3. doi: 10.1111/codi.12064.
 32. Wang L., Xu D., Chen L., Huang P. Percutaneous ultrasound-guided radiofrequency ablation for giant desmoid tumors of the intra-abdominal cavity in a patient with Gardner syndrome. *J Cancer Res Ther*. 2021; 17: 1286–8. doi: 10.4103/jert.jert_316_21.
 33. Cobianchi L., Ravetta V., Viera F.T., Filisetti C., Siri B., Segalini E., Maestri M., Dominioni T., Alessiani M., Rossi S., Dionigi P. The challenge of extraabdominal desmoid tumour management in patients with Gardner's syndrome: radiofrequency ablation, a promising option. *World J Surg Oncol*. 2014; 12: 361. doi: 10.1186/1477-7819-12-361.
 34. Lubner M.G., Brace C.L., Hinshaw J.L., Lee F.T. Microwave tumor ablation: mechanism of action, clinical results, and devices. *J Vasc Interv Radiol*. 2010; 21 (8s): 192–203. doi: 10.1016/j.jvir.2010.04.007.
 35. Facciorusso A., Di Maso M., Muscatello N. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for the treatment of hepatocellular carcinoma: A systematic review and meta-analysis. *Int J Hyperthermia*. 2016; 32(3): 339–44. doi: 10.3109/02656736.2015.1127434.
 36. Sun Y., Cheng Z., Dong L., Zhang G., Wang Y., Liang P. Comparison of temperature curve and ablation zone between 915- and 2450-MHz cooled-shaft microwave antenna: results in ex vivo porcine livers. *Eur J Radiol*. 2012; 81(3): 553–7. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.02.013.
 37. Yu N.C., Lu D.S., Raman S.S., Dupuy D.E., Simon C.J., Lassman C., Aswad B.I., Ianniti D., Busutil R.W. Hepatocellular carcinoma: microwave ablation with multiple straight and loop antenna clusters—pilot comparison with pathologic findings. *Radiology*. 2006; 239(1): 269–75. doi: 10.1148/radiol.2383041592.
 38. Sainani N.I., Gervais D.A., Mueller P.R., Arellano R.S. Imaging after percutaneous radiofrequency ablation of hepatic tumors: Part 1, Normal findings. *Am J Roentgenol*. 2013; 200(1): 184–93. doi: 10.2214/AJR.12.8478.
 39. Vogl T.J., Nour-Eldin N.A., Hammerstingl R.M., Panahi B., Naguib N.N.N. Microwave Ablation (MWA): Basics, Technique and Results in Primary and Metastatic Liver Neoplasms – Review Article. *Rofo*. 2017; 189(11): 1055–66. doi: 10.1055/s-0043-117410.
 40. Martínez-Martínez A., García-Espinoza J., Láinez Ramos-Bossini A.J., Ruiz Santiago F. Percutaneous Microwave Ablation of Desmoid Fibromatosis. *Korean J Radiol*. 2021; 22(6): 944–50. doi: 10.3348/kjr.2020.0768.
 41. Goldberg D., Woodhead G., Hannallah J., Young S. Role of the Interventional Radiologist in the Treatment of Desmoid Tumors. *Life (Basel)*. 2023; 13(3): 645. https://doi.org/10.3390/life13030645.
 42. Hoffmann N.E., Bischof J.C. The cryobiology of cryosurgical injury. *Urology*. 2002; 60(2s1): 40–9. doi: 10.1016/s0090-4295(02)01683-7.
 43. Gage A.A., Guest K., Montes M., Caruana J.A., Whalen D.A. Effect of varying freezing and thawing rates in experimental cryosurgery. *Cryobiology*. 1985; 22(2): 175–82. doi: 10.1016/0011-2240(85)90172-5.
 44. Mahnken A.H., König A.M., Figiel J.H. Current Technique and Application of Percutaneous Cryotherapy. *Rofo*. 2018; 190(9): 836–46. doi: 10.1055/a-0598-5134.
 45. Seifert J.K., Morris D.L. World survey on the complications of hepatic and prostate cryotherapy. *World J Surg*. 1999; 23(2): 109–13; discussion 113–4. doi: 10.1007/pl00013173.
 46. Vora B.M.K., Munk P.L., Somasundaram N., Ouellette H.A., Malins P.I., Sheikh A., Abdul Kadir H., Tan T.J., Yan Y.Y. Cryotherapy in extra-abdominal desmoid tumors: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2021; 16(12). doi: 10.1371/journal.pone.0261657.
 47. Cazzato R.L., Gantzer J., de Marini P., Garnon J., Koch G., Buy X., Atrusseau P.A., Auloge P., Dalili D., Kurtz J.E., Gangi A. Sporadic Desmoid Tumours: Systematic Review with Reflection on the Role of Cryoablation. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2022; 45(5): 613–21. doi: 10.1007/s00270-022-03091-5.
 48. Efrima B., Ovadia J., Druksman I., Khoury A., Rath E., Dadia S., Gortzak Y., Albagli A., Sternheim A., Segal O. Cryo-surgery for symptomatic extra-abdominal desmoids. A proof of concept study. *J Surg Oncol*. 2021; 124(4): 627–34. doi: 10.1002/jso.26528.
 49. Auloge P., Garnon J., Robinson J.M., Thenint M.A., Koch G., Caudrelier J., Weiss J., Cazzato R.L., Kurtz J.E., Gangi A. Percutaneous cryoablation for advanced and refractory extra-abdominal desmoid

tumors. *Int J Clin Oncol*. 2021; 26(6): 1147–58. doi: 10.1007/s10147-021-01887-y.

50. Saltiel S., Bize P.E., Goetti P., Gallusser N., Cherix S., Denys A., Becce F., Tsoumakidou G. Cryoablation of Extra-Abdominal Desmoid Tumors: A Single-Center Experience with Literature Review. *Diagnostics* (Basel). 2020; 10(8): 556. doi: 10.3390/diagnostics10080556.

51. Schmitz J.J., Schmit G.D., Atwell T.D., Callstrom M.R., Kurup A.N., Weisbrod A.J., Morris J.M. Percutaneous Cryoablation of Extraabdominal Desmoid Tumors: A 10-Year Experience. *Am J Roentgenol*. 2016; 207(1): 190–5. doi: 10.2214/AJR.15.14391.

52. Redifer Tremblay K., Lea W.B., Neilson J.C., King D.M., Tutton S.M. Percutaneous cryoablation for the treatment of extra-abdominal desmoid tumors. *J Surg Oncol*. 2019; 120(3): 366–75. doi: 10.1002/jso.25597.

53. Bouhamama A., Lame F., Mastier C., Cuinet M., Thibaut A., Beji H., Ricoeur A., Blay J.Y., Pilleul F. Local Control and Analgesic Efficacy of Percutaneous Cryoablation for Desmoid Tumors. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2020; 43(1): 110–9. doi: 10.1007/s00270-019-02323-5.

54. Kurtz J.E., Buy X., Deschamps F., Sauleau E., Bouhamama A., Toulmonde M., Honoré C., Bertucci F., Brahmi M., Chevreau C., Duffaud F., Gantzer J., Garnon J., Blay J.Y., Gangi A. CRYODESMO-O1: A prospective, open phase II study of cryoablation in desmoid tumour patients progressing after medical treatment. *Eur J Cancer*. 2021; 143: 78–87. doi: 10.1016/j.ejca.2020.10.035.

55. Mandel J.E., Kim D., Yarmohammadi H., Ziv E., Keohan M.L., D'Angelo S.P., Gounder M.M., Whiting K., Qin L.X., Singer S., Crago A.M., Erinjeri J.P. Percutaneous Cryoablation Provides Disease Control for Extra-Abdominal Desmoid-Type Fibromatosis Comparable with Surgical Resection. *Ann Surg Oncol*. 2022; 29(1): 640–8. doi: 10.1245/s10434-021-10463-7.

56. Izadifar Z., Izadifar Z., Chapman D., Babyn P. An Introduction to High Intensity Focused Ultrasound: Systematic Review on Principles, Devices, and Clinical Applications. *J Clin Med*. 2020; 9(2): 460. doi: 10.3390/jcm9020460.

57. Москвичева Л.И. Высокоинтенсивная фокусированная ультразвуковая абляция злокачественных новообразований молочной железы. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(3): 67–76. [Moskvicheva L.I. High-intensity focused ultrasonic ablation of breast cancer. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(3): 67–76. (in Russian)] doi: 10.17709/2409-2231-2018-5-3-6.

58. Siedek F., Yeo S.Y., Heijman E., Grinstein O., Bratke G., Heneweer C., Poesken M., Persigehl T., Mainz D., Grüll H. Magnetic Resonance-Guided High-Intensity Focused Ultrasound (MR-HIFU): Technical Background and Overview of Current Clinical Applications (Part 1). *Rofo*. 2019; 191(6): 522–30. doi: 10.1055/a-0817-5645.

59. Elhelfi A.S., Albahar H., Shah U., Oto A., Cressman E., Almekkawy M. High intensity focused ultrasound: The fundamentals, clinical applications

and research trends. *Diagn Interv Imaging*. 2018; 99(6): 349–59. doi: 10.1016/j.diii.2018.03.001.

60. Болотина Л.В., Москвичева Л.И., Корнищук А.Л., Сидоров Д.В., Гришин Н.А., Ложкин М.В., Каприн А.Д. Предварительная оценка эффективности комбинированного лечения с включением HIFU-терапии у больных раком поджелудочной железы. *Сибирский онкологический журнал*. 2021; 20(3): 18–27. [Bolotina L.V., Moskvicheva L.I., Kornitskaya A.L., Sidorov D.V., Grishin N.A., Lozhkin M.V., Kaprin A.D. Preliminary evaluation of the effectiveness of HIFU-therapy in patients with pancreatic cancer. *Siberian Journal of Oncology*. 2021; 20(3): 18–27. (in Russian)]. doi: 10.21294/1814-4861-2021-20-3-18-27.

61. Москвичева Л.И. Применение HIFU-терапии в онкологии (2000–2021 гг.). *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2022; 11(1): 64–74. [Moskvicheva L.I. Application of HIFU therapy in oncology (2000–2021). *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2022; 11(1): 64–74. (in Russian)]. doi: 10.17116/onkolog20221101164.

62. Wang Y., Wang W., Tang J. Ultrasound-guided high intensity focused ultrasound treatment for extra-abdominal desmoid tumours: preliminary results. *Int J Hyperthermia*. 2011; 27(7): 648–53. doi: 10.3109/02656736.2011.597047.

63. Zhao W.P., Han Z.Y., Zhang J., Yu X.L., Cheng Z.G., Zhou X., Liang P. Early experience: high-intensity focused ultrasound treatment for intra-abdominal aggressive fibromatosis of failure in surgery. *Br J Radiol*. 2016; 89(1062). doi: 10.1259/bjr.20151026.

64. Zhang R., Chen J.Y., Zhang L., Li K.Q., Xiao Z.B., Mo S.J., Chen L., Chen W.Z. The safety and ablation efficacy of ultrasound-guided high-intensity focused ultrasound ablation for desmoid tumors. *Int J Hyperthermia*. 2021; 38(2): 89–95. doi: 10.1080/02656736.2021.1894359.

65. Zhong X., Hu X., Zhao P., Wang Y., Fang X.F., Shen J., Shen H., Yuan Y. The efficacy of low-power cumulative high-intensity focused ultrasound treatment for recurrent desmoid tumor. *Cancer Med*. 2022; 11(10): 2079–84. doi: 10.1002/cam4.4573.

66. Yang Y., Zhang J., Pan Y. Management of unresectable and recurrent intra-abdominal desmoid tumors treated with ultrasound-guided high-intensity focused ultrasound: A retrospective single-center study. *Medicine* (Baltimore). 2022; 101(34). doi: 10.1097/MD.00000000000030201.

67. Ghanouni P., Dobrotwir A., Bazzocchi A., Bucknor M., Bittan R., Rosenberg J., Telischak K., Busacca M., Ferrari S., Albinini U., Walters S., Gold G., Ganjoo K., Napoli A., Pauly K.B., Avedian R. Magnetic resonance-guided focused ultrasound treatment of extra-abdominal desmoid tumors: a retrospective multicenter study. *Eur Radiol*. 2017; 27(2): 732–40. doi: 10.1007/s00330-016-4376-5.

68. Najafi A., Fuchs B., Binkert C.A. Mid-term results of MR-guided high-intensity focused ultrasound treatment for relapsing superficial desmoids. *Int J Hyperthermia*. 2019; 36(1): 538–42.

Поступила/Received 31.08.2023

Одобрена после рецензирования/Revised 27.09.2023

Принята к публикации/Accepted 11.10.2023

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Москвичева Людмила Ивановна, кандидат медицинских наук, врач-онколог кабинета ультразвуковой диагностики и терапии, Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России (г. Москва, Россия). SPIN-код: 8321-3464. Author ID (Scopus): 57194061497. ORCID: 0000-0002-5750-8492. E-mail: ludamed16@mail.ru.

Финансирование

Это исследование не потребовало дополнительного финансирования.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ABOUT THE AUTHOR

Liudmila I. Moskvicheva, MD, PhD, Oncologist, Ultrasound Department, P.A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russia (Moscow, Russia). Author ID (Scopus): 57194061497. ORCID: 0000-0002-5750-8492. E-mail: ludamed16@mail.ru.

Funding

This study required no funding.

Conflict of interests

The author declare that they have no conflict of interest.