

# МЕТОДИКА ФОКУСИРОВАННОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АБЛЯЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ МИОМ МАТКИ

**Т.В. Сычева** – ординатор<sup>1</sup>

**В.Е. Сеницын** – д.м.н., профессор, руководитель Центра диагностики<sup>2</sup>

**Е.А. Мершина** – к.м.н., зав. отделением функциональных методов лучевой диагностики<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Центр планирования семьи и репродукции  
Россия, Москва

<sup>2</sup> Центр диагностики ФГУ ЛРЦ Росздрава  
Россия, Москва

## Введение

Миома матки (ММ) – самая распространенная доброкачественная опухоль человека [1]. Наличие этого заболевания – показание к 60% всех радикальных операций в современной гинекологии [2]. По разным оценкам [3–4] ММ встречается у 25–44% женщин репродуктивного возраста.

До недавнего времени гормонотерапия, миомэктомия и гистерэктомия были основными методами лечения ММ. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. К отрицательным моментам можно отнести высокую частоту рецидивов после гормонотерапии и миомэктомии и потерю репродуктивной функции после гистерэктомии [5–6].

По мнению академика РАМН В.Н. Серова, «парадоксально по своей сути смиренное приятие гистерэктомии как метода лечения одного из самых часто встречающихся гинекологических заболеваний. На протяжении более 100 лет это рутинная, обыденная гинекологическая операция. 1 млн вмешательств в год – цифра, украшающая лишь отчеты о хирургической активности, но по сути отражающая верх анахронизма и безучастности в отношении обсуждаемой проблемы».

Удаление матки влечет за собой снижение гормональной активности яичников, что проявляется развитием постгистерэктомического синдрома, в ряде случаев требующего длительной медикаментозной коррекции [7]. Сочетанная соматическая патология может являться противопоказанием к медикаментозному и хирургическому лечению. общему наркозу [8]. Сама операция сопровождается риском осложнений, которые по своей значимости для организма могут быть серьезнее ММ [9]. Кроме того, некоторые женщины не желают удалять матку, связывая наличие этого органа с критериями женственности [7].

Органосохраняющее лечение больных ММ – актуальная задача гинекологии. В последние годы появились новые методы лечения ММ – эмболизация маточных артерий (ЭМА), фокусированная ультразвуковая абляция (ФУЗ-абляция), гистероскопическая резекция субмукозных узлов, миолизис путем термального, крио- и лазерного воздействия, лапароскопическая окклюзия либо временная трансвагинальная окклюзия маточных артерий [10]. Очевидно, что ни один из этих способов не может считаться панацеей – нет такого мето-

да, который был бы показан всем пациенткам без исключения [8, 11].

ФУЗ-абляция – единственный полностью неинвазивный метод [8, 12, 13, 14].

### История метода

В 1927 году A. Wood et al. впервые описали способность ультразвука высокой интенсивности вызывать биологические эффекты в тканях на одноклеточных организмах, а в 1942 году J.G. Lynn et al. вызвали термические повреждения клеток печени коровы [15–16]. Большой вклад в изучение свойств фокусированного ультразвука был внесен исследованиями В. Fry et al.

В 1959 году начались клинические испытания метода. С 80-х гг. XX века появились работы, посвященные применению ФУЗ в офтальмологии, для абляции опухолей головного мозга, простаты, органов грудной клетки, почек, мочевого пузыря. Эффект также был отмечен при воздействии на злокачественные опухоли [4, 15].

Метод долгое время не находил широкого клинического применения ввиду отсутствия адекватного способа контроля за процессом коагуляционного некроза [3]. С развитием МРТ такая возможность появилась, и методика обрела новую жизнь [4]. К 2006 году более 2 тысяч пациенток подверглись процедуре ФУЗ-терапии [3].

### Воздействие метода и патогенез

Механизм действия ФУЗ на опухоль до конца не изучен [17]. По-видимому, он включает как прямое, так и опосредованное повреждающее воздействие. Прямое – термическое происходит за счет высвобождения энергии звуковой волны, опосредованное – благодаря изменению локального кровотока и нарушению питания опухолевой ткани. При нагревании ткани до 60° С в течение 1 сек наступает гибель всех клеток – происходит их дегидратация, повреждение сосудистых структур, денатурация белков и разрушение коллагеновых волокон. Ультразвуковой импульс высокой энергии длительностью 10 сек позволяет вызвать точечный некроз. Минимальная зона абляции в результате одного импульса ФУЗ имеет форму цилиндра диаметром 2 мм и длиной 4 мм вблизи излучателя, на максимальной глубине воздействия (150 мм) – диаметром 4 мм и длиной 8 мм, а максимальная зона

абляции – диаметром 10 мм и длиной 20 мм. За счет того, что проводимость и плотность опухолевой ткани больше, а перфузия крови меньше, чем в нормальных тканях организма, некрозу подвергается только опухоль.

Для доброкачественной опухоли нет необходимости элиминации каждой ее клетки, поэтому бывает достаточно провести коагуляцию в отдельных точках внутри миомы (обычно 30–50). Это позволяет полностью устранить вызываемые опухолью маточные кровотечения и симптомы, связанные с компрессией органов малого таза [15, 17].

Как и при диагностическом УЗИ, при ФУЗ звуковые волны проходят сквозь ткани организма, не повреждая их [15]. Однако при этом в точке фокусировки волн происходит локальный нагрев ткани до 55–90° С, что вызывает термическую коагуляцию в четко ограниченной области размером от 6 мм до 20 мм в течение от 1 сек до 30 сек, не оказывая отрицательного воздействия на окружающие ткани [18]. Затем фокусировка происходит в соседней точке-мишени, и процесс продолжается до тех пор, пока не будет покрыт весь объем намеченной для лечения области.

ФУЗ-абляция особенно эффективна для лечения ММ вследствие высокого содержания в ткани опухоли хорошо поглощающего тепло экстрацеллюлярного матрикса. Избирательность воздействия и полная безопасность ФУЗ для тканей, окружающих миому, обусловлены также разницей перфузии крови в миоматозном узле по сравнению с нормальным миометрием и, кроме того, расположением сосудов по периферии узла опухоли. При воздействии ФУЗ практически невозможно нанести вред неизменному миометрию или кровеносным сосудам [15, 17].

В ходе первых исследований процедуру проходили пациентки, которым планировалась в дальнейшем гистерэктомия. Было доказано [18–20], что ФУЗ действительно вызывает геморрагический некроз в зоне воздействия, что отображается на МРТ как зона отсутствия перфузии [3].

Этот процесс находится в зависимости от времени экспозиции. Степень некроза может быть с точностью до градуса оценена с помощью температурного магнитно-резонансного картирования [4].

Однако важно отметить, что негетерогенный сигнал от опухоли на магнитно-резонансных изображениях может препятствовать планированию необходимой температуры в точке-

мишени и затруднять прогнозирование высоты температуры в ней.

### Преимущества МРТ

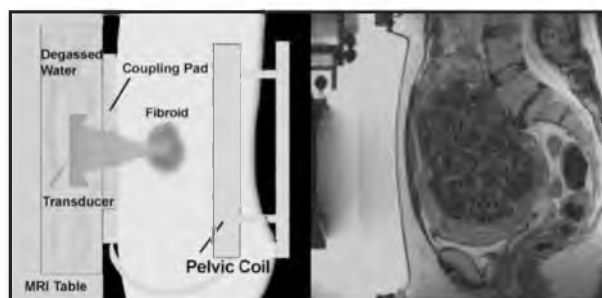
В качестве методов, призванных контролировать действие ФУЗ, в разное время использовались флюороскопия, УЗИ, КТ. Однако ни один из них не удовлетворял необходимым для ФУЗ-терапии требованиям [15]. Температура нагрева при ФУЗ должна быть в среднем  $60^{\circ}\text{C}$ , не превышая  $100^{\circ}\text{C}$ , чтобы не возникли кипение межклеточной жидкости, парообразование, образование газовых пузырьков в жидкости, разрывы и повреждения ткани, пограничной зоне абляции [3]. Необходим постоянный термометрический контроль. Кроме того, для ФУЗ-абляции нужны высококачественная визуализация объекта воздействия и точная фокусировка ультразвукового пучка в центре опухолевого образования. И то, и другое может обеспечить только метод МРТ. В систему для ФУЗ-абляции должен входить магнитно-резонансный томограф (рис. 1 и 2) [3, 17]. В 1995 году методика МРТ была впервые использована для контроля за действием ФУЗ [15].

Метод МРТ имеет высокое пространственное разрешение и высокую чувствительность в диагностике опухолей, обеспечивая точное планирование лечебной процедуры. Магнитно-резонансное температурное картирование позволяет нацеливать пучок лучей во время подпороговых ультразвуковых воздействий и оценивать в реальном времени объем тканей, подвергнутых абляции.

Таким образом, получая магнитно-резонансные изображения до, во время и после соникаций, отслеживаются подъемы температуры в ткани. Фиксируя даже самые незначительные, непреднамеренного повреждения соседних тканей не происходит.

Интерактивное целенаправленное деление тканей на отрезки с помощью магнитно-резонансных снимков, температурное картирование в реальном времени позволяют неинвазивно воздействовать на строго ограниченный объем опухоли [3].

По мнению большинства исследователей, МРТ – лучший метод диагностики ММ. Кроме того, он незаменим при планировании лечения и для дальнейшего мониторинга. Эффективность может быть продемонстрирована при внутривенном введении препаратов гадолиния.



**Рис. 1.** Система ФУЗ-МРТ

Слева – схематичное изображение укладки пациентки, справа – Т2-ВИ опухоли, сагиттальный срез



**Рис. 2.** Оборудование для ФУЗ-МРТ

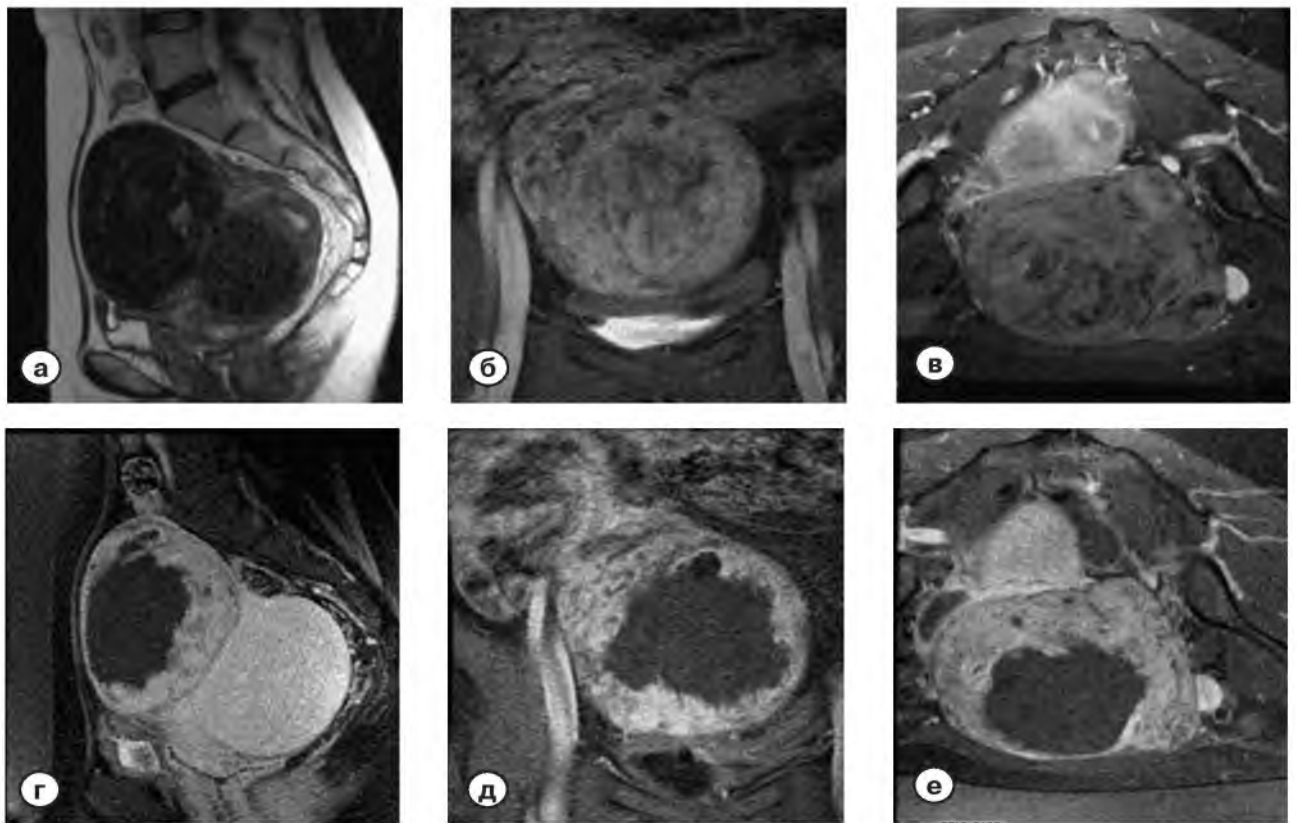
Пьезоэлектрический датчик встроено в стол, располагающийся в магнитно-резонансном томографе

Таким образом, МРТ дает возможность осуществить диагностику, планирование точек-мишеней, контроль доставки энергии к цели, мониторинг результатов процедуры [3, 21]. Среди ее плюсов – перед ее проведением магнитно-резонансный контроль позволяет избежать неадекватного лечения в случае наличия недиагностированной ранее аденокарциномы [22].

### Критерии отбора пациенток

Метод ФУЗ-абляции для лечения ММ был одобрен FDA (Food and Drug Administration – Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, США) в октябре 2004 года [3]. Согласно его рекомендациям проведение ФУЗ-абляции назначают при симптомных ММ не планирующим беременность пациенткам пременопаузального возраста старше 18 лет. Такой вид лечения не рекомендуется беременным, а также женщинам, находящимся в постменопаузе.

Исключаются и пациентки, имеющие обшир-



**Рис. 3.** *а–в – МРТ до лечения (а – T2-взвешенное изображение; б и в – T1-взвешенные, после внутривенного контрастирования) Проекции а – сагиттальная; б – коронарная; в – аксиальная г–е – после лечения (T1-взвешенные изображения с подавлением сигнала от жира, после внутривенного контрастирования) В центре большого миоматозного узла видна зона без перфузии, отражающая некроз ткани*

ные рубцы на передней брюшной стенке [3]. Слишком близкое к ней расположение узла создает опасность ожога кожи на этом участке, и наоборот, расстояние до узла, превышающее 12 см, препятствует проникновению ультразвуковых лучей на такую глубину [21]. Размеры матки не должны превышать 20 недель беременности, размер доминантного узла – 10 см [23].

Противопоказания к ФУЗ – наличие металлических имплантатов в теле, непереносимость контрастных препаратов, тяжелая клаустрофобия, миома на ножке, активный воспалительный процесс органов малого таза, активный общий или местный инфекционный процесс, предполагаемая или подтвержденная карцинома, саркома или аденоматозная гиперплазия, внутриматочные контрацептивы (ВМС), дермоидные кисты яичников, обшир-

ный, как правило, послеоперационный рубец на коже передней брюшной стенки, воздействие на который не может быть исключено посредством изменения угла, под которым оно производится, маточное кровотечение, состояние после ЭМА, ожирение более 110 кг [3]. По данным Е.К. Arleo et al. [22] 40–50% обратившихся за консультацией пациенток по клиническим и анатомическим показаниям могут пройти процедуру ЭМА. Число женщин, которым можно проводить ФУЗ, в данном исследовании оказалось меньшим.

#### Осложнения

Следует отметить некоторые отрицательные стороны ФУЗ-абляции. Кроме высокой стоимости, С.М. Tempary et al. сообщают и о нескольких случаях, когда процедуру приходи-

лось прервать. Так, у одной пациентки появилась боль в области рубца на передней брюшной стенке [18]. Рубцовая ткань более восприимчива к поглощению ультразвуковой энергии, и это привело к большому нагреванию в этой области. Среди других менее серьезных осложнений авторы описывают небольшую послеоперационную лихорадку и наличие слабой воспалительной реакции, а также ожог кожи I степени [17, 18].

Исследователи также наблюдали незначительные ожоги кожи передней брюшной стенки. Кроме того, имеются упоминания о длительной и обильной менструации у женщин после лечения, диспепсических явлениях, боли в поясничной области в результате нагрева корешков седалищного нерва. По данным F.M. Fennessy et al. через 72 часа после процедуры 10% пациенток требуется обезболивание [3].

Однако большинство авторов [3, 15, 22, 24, 25] отмечают отсутствие серьезных осложнений процедуры ФУЗ-МРТ.

### Результаты ФУЗ-терапии

Согласно различным исследованиям данные по улучшению клинической картины весьма переменчивы. Так, в течение от 6 до 12 месяцев после ФУЗ-терапии по результатам E. Zupi et al. [4] улучшение наблюдается у 51,2% пациенток, по данным J. Rabinovich et al. [26] – у 69%, по результатам G. Tropeano et al. [27] – у 71%, по данным F.M. Fennessy et al. [28] и J. Hindley et al. [29] – у 79%, по результатам O.C. Smart et al. [30] – у 89%, по данным Г.Т. Сухих и др. [31] – у 92,3%.

Наиболее значительное снижение показателей симптоматики происходит в первые три месяца [3]. Уменьшение объема миоматозных узлов отмечено на 13,5% [3, 4, 29], 20,6% [31], 30–35% [25, 32], 48,7% [20].

Влияние новых технологий лечения ММ на фертильность и беременность неоднозначно. Публикаций, описывающих анализ отдаленных результатов, пока очень мало. Появляются отдельные сообщения о случаях беременности и благополучном родоразрешении после ЭМА, ФУЗ и других способов миолизиса [4]. Так, J. Rabinović et al. [33] опубликовали сообщение о беременности и благополучном родоразрешении через естественные родовые пути 36-летней пациентки после ФУЗ по поводу узловой формы аденомиоза. M.M. Hanstede et al. [34] сообщают о маточной беременности

40-летней женщины и своевременном благополучном родоразрешении через естественные родовые пути после процедуры ФУЗ-абляции. Сходное сообщение опубликовано L.P. Gavrilova-Jordan et al. [35] о 38-летней пациентке, у которой беременность и роды после ФУЗ протекали без осложнений и родился здоровый ребенок.

Согласно рекомендациям FDA, как уже отмечалось, ФУЗ-абляция не показана женщинам, имеющим репродуктивные планы. Однако многие исследователи придерживаются иного мнения и даже рассматривают ЭМА и ФУЗ как методы восстановления нарушенной репродуктивной функции женщины.

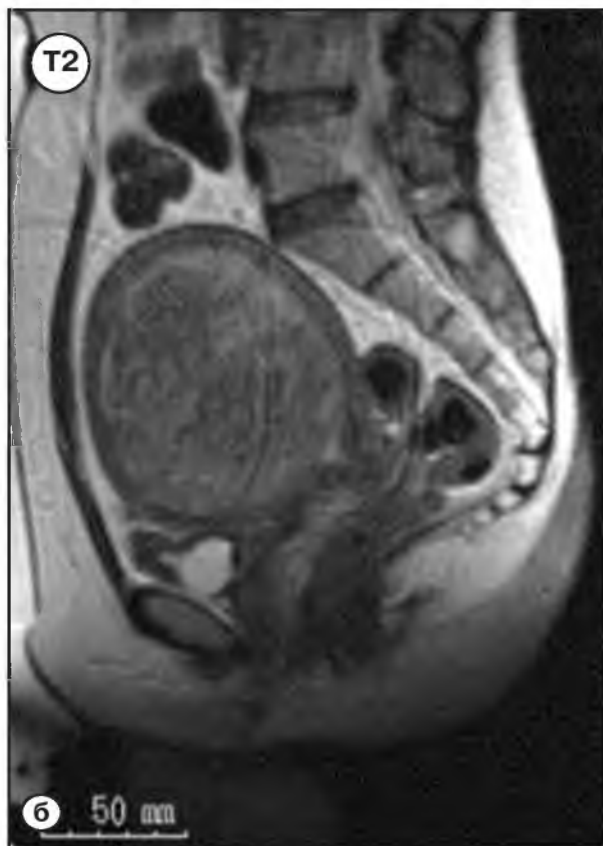
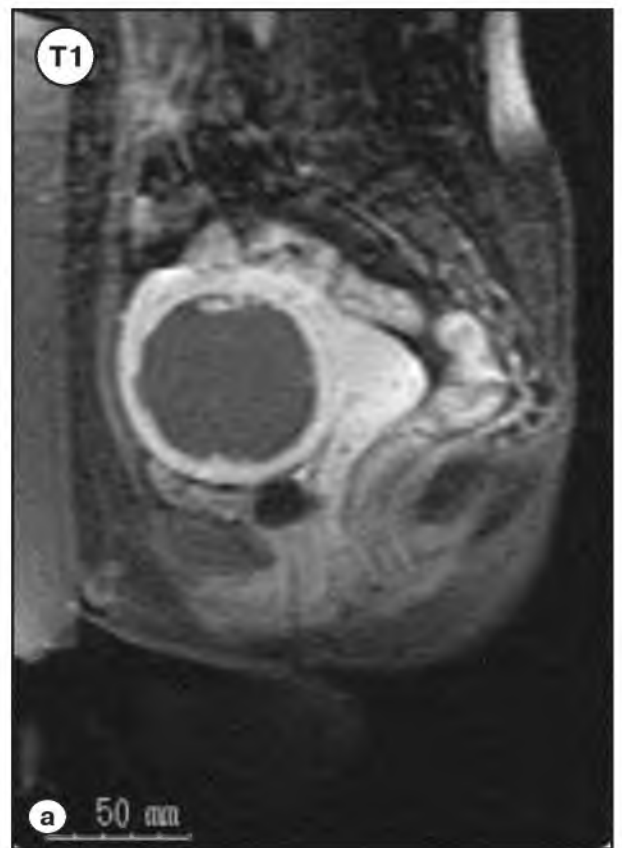
### Зависимость эффективности ФУЗ-терапии от особенностей строения опухоли и различных параметров лечения

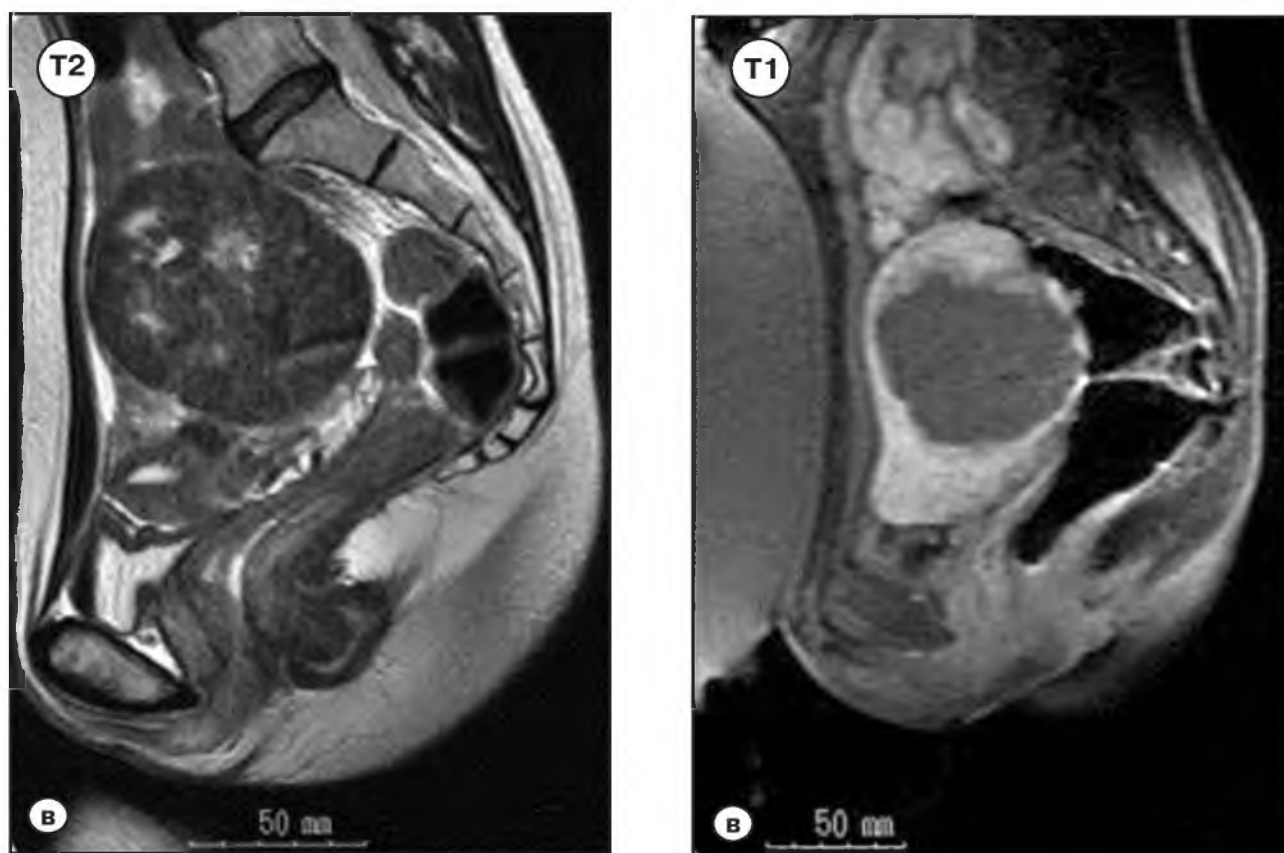
И в отечественной, и в зарубежной литературе появляется все больше сообщений о зависимости эффективности ФУЗ-терапии от магнитно-резонансного типа узла [36, 37].

Авторы выделяют такие типы миом – «темные» (гипоинтенсивные), «серые» (изоинтенсивные) и «белые» (гиперинтенсивные). Магнитно-резонансный сигнал узлов оценивается по отношению к миометрию. Приводимые данные гистологических исследований биоптатов миоматозных узлов показали, что «темные» соответствуют простой миоме без отека стромы, «серые» и «белые» – с отеком стромы либо пролиферирующей миоме.

Для ФУЗ-абляции «темных» (простых) миом используют умеренные и небольшие энергии ультразвука, при которых внутри спота происходит нагрев тканей узла до 80–85° С [37]. Даже при крупных миомах количество соникаций не превышает 80. ФУЗ-абляция «серых» или «белых» (пролиферирующих) миом для получения хороших результатов требует использования высоких энергий (до 4000 Дж), высоких концентраций энергии (небольшие размеры спотов), значительного количества соникаций (до 200). «Серая» миома (с отеком стромы) подвергается лечению в два этапа. Первый – подсушивание миомы, и только второй – непосредственное лечение.

По данным K. Funaki et al. [36] и Ю.Б. Курашвили и др. [37] лечение большинства «белых» миоматозных узлов практически неэффективно, поскольку они либо не поглощают энергию ФУЗ, либо поглощают ее в чрезвычайно низкой степени. Примененные для ФУЗ-абляции





**Рис. 4.** *Различные типы ММ в зависимости от интенсивности сигнала на T2-взвешенных изображениях T2-взвешенное изображение в сагиттальной плоскости; T1-взвешенное изображение в режиме подавления сигнала от жира после внутривенного введения контрастного препарата*  
 а - «темная» миома;  
 б - «белая» миома;  
 в - «серая» миома

«белой» ММ особые протоколы характеризуются высокими энергиями (до 4500 Дж), сокращенным временем соникаций (до 12 сек) и повышенной их мощностью (120–260 Вт). Однако даже при таких условиях данные МРТ свидетельствуют о нагреве небольших размеров спота до умеренных (60° С) и часто даже более низких (45° С) температур, которых недостаточно для коагуляционного некроза ткани миомы. При этом большинство пациенток предъявляли многочисленные жалобы на жжение кожи, неприятные ощущения и боль в области крестца, ног, что влекло за собой остановку процедуры.

По мнению исследователей, физические характеристики миоматозного узла, его гистологический тип – основополагающий момент в ФУЗ-абляции (рис. 3 и 4). Соединительная ткань, содержащаяся в ММ, способна задерживать и поглощать энергию фокусированного

ультразвука, и именно она в результате ФУЗ-терапии подвергается непосредственному нагреву, термической деструкции, по сути являясь катализатором абляции. Деструкция миоцитов происходит вторично – в результате переноса тепла от нагретых окружающих соединительнотканых волокон. И чем больше «сухих» соединительнотканых прослоек в миоматозном узле, тем больше подвергаются термической деструкции миоциты и сосудистое русло, отвечающие за рост и развитие миоматозного узла [36, 37].

К другому типу миом, менее активно отвечающих на ФУЗ, относятся негомогенные опухоли, имеющие перегородки (септы) или участки без перфузии, что может быть помехой адекватному распределению энергии. Кальцификаты в миомах отражают ультразвуковые лучи и также препятствуют нагреванию. Кроме того, их наличие может вызвать непредсказу-

емое распределение энергии и повреждение близлежащих тканей. Лечение инфарктных миом также не ведет к желаемому эффекту [21].

Кроме учета интенсивности сигнала изображения ММ и подбора соответствующего протокола, есть сообщения о другом способе повышения эффективности ФУЗ-абляции. Это использование соникаций с контролируемым образованием микропузырьков в тканях.

Предварительные результаты свидетельствуют, что такой подход позволяет увеличить объем ткани, подвергнутой абляции за одну соникацию. Это приводит к тому, что происходит увеличение объема зоны без перфузии для каждой соникации, даже в гипervasкуляризованных опухолях, рефрактерных к традиционным соникациям. Такой подход также позволяет воздействовать на большие миомы в течение того же времени, увеличивая эффективность лечения гипervasкуляризованных узлов ММ, и сократить ненацеленное отдаленное нагревание [21].

Применение агонистов гонадотропин-рилизинг гормона (аГнРГ) перед ФУЗ-абляцией способствует уменьшению размеров и, следовательно, расширяет контингент пациенток, дает возможность снизить длительность процедуры, повышает эффективность воздействия на определенные типы миом («белые» на Т2-ВИ) [21].

Е.А. Stewart et al. [38] также считают необходимым проведение дополнительного лечения перед использованием метода ФУЗ-абляции, что было показано учеными при 2-годичном наблюдении 359 пациенток, которым проводилась эта схема лечения. Авторы отмечают, что именно при таком подходе достигается стойкий эффект.

Этого же мнения придерживаются О.С. Smart et al. [30]. В своих испытаниях они использовали аГнРГ (3-месячный курс), после чего проводилась ФУЗ-абляция эндометрия. Согласно полученным результатам такая схема позволяет добиться большего эффекта от лечения. У женщин, получавших данные препараты до процедуры в течение 3 месяцев, редукция узлов миомы была значимо больше, чем в контрольной группе. В этих испытаниях 89% пациенток отметили клинический эффект от процедуры. Срок наблюдения – год.

Поскольку в течение менструального цикла у женщин изменяется интенсивность кровоснабжения матки, было сделано предположение, что во время фазы с менее ин-

тенсивным кровотоком ФУЗ-абляция может быть более эффективной [3]. М.Ж. So et al. [39] провели исследование в этом направлении и показали, что результат лечения с помощью ФУЗ-абляции не зависит от фазы менструального цикла, во время которой производилась процедура.

При лечении ММ методом ФУЗ-абляции под контролем МРТ (ФУЗ-МРТ) неизбежно возникает вопрос, как связана площадь распада ткани (зона без перфузии) и интенсивность термальной нагрузки. N. McDannold et al. [40] полагают, что для небольшого пролеченного объема имеется корреляция между расчетной термальной дозой и областью без перфузии сразу после лечения. Однако при больших объемах зона без перфузии оказывается больше и простирается дальше, за пределы тканей, где оказывалось воздействие. Возможно, причина этого – окклюзия сосудов в зоне воздействия, что и вызывает распространение некротических изменений в узле за ее пределами. Есть и другое предположение, согласно которому температура на границе воздействия может быть недостаточно оценена из-за большой площади изображения или есть сведения лишь об изменениях температуры, а усиление выше положенного не регистрируется [3].

Таким образом, показана хорошая корреляция между предположительной термической дозой и результирующим объемом пролеченной ткани на малых по размерам миомах. Для больших зон без перфузии, как правило, больше, чем объем пролеченной ткани (эти площади распада ткани распространяются на непролеченную ткань) [40].

Е.А. Stewart et al. [19] провели исследование по сопоставлению объемов пролеченной ткани и зон без перфузии или участков некроза. Оно базировалось на постпроцедурных гистерэктомиях и гистологическом исследовании. Авторы показали, что объем некроза был в 3 раза больше, чем предсказано при проведении МРТ.

Работа С.М. Tempany et al. [18] свидетельствует, что из 55 наблюдений в одном случае некроз был отмечен за пределами ММ. Кроме того, средний объем некротических тканей составил  $18,4 \pm 3,9$  мл, что в 3 раза больше прогнозируемого на МРТ ( $6,6 \pm 0,8$  мл).

М.А. Jacobs et al. [41], получившие интересные данные, утверждают, что после лечения методом ФУЗ-МРТ использование диффуз-



но-взвешенных изображений и измерение ADC (мнимого коэффициента диффузии) подходят для идентификации тканей, подвергнутых абляции. Теоретически после введения контрастного вещества и успешного лечения участок ткани, на который производилось воздействие, выглядит гипоинтенсивным из-за нарушения кровоснабжения ткани, но эти изображения не дают никакой информации об околочелюточной среде.

В то же время DW-изображения чувствительны к изменениям микродиффузии воды во вне- и внутриклеточном пространстве, видимым на них как участки с повышенной интенсивностью сигнала. Более того, они также позволяют оценивать количественные биофизические параметры, такие, как ADC, отражающий движение воды в тканях, который показывает среднее значение величины потока и расстояние, преодолеваемое молекулой воды. Таким образом, DW-изображения и измерение ADC могут служить способом раннего определения изменений в тканях. Усиление сигнала на DW-изображениях соответствует участкам гипоинтенсивности на T1-ВИ с контрастированием. Кроме того, значение ADC в них в среднем меньше по сравнению с окружающими тканями, что указывает на уменьшение потока воды в результате ишемии, разрушения клеток, что приводит к инфаркту и/или денатурации белков. Через 6 месяцев среднее значение ADC увеличивается, что предположительно отражает гибель клеток и некроз. Причина таких изменений этого показателя неизвестна и требует дальнейших исследований.

Преимущества DW-изображений – возможность одновременно оценить несколько участков тканей, подвергнутых абляции, использовать неинвазивный метод для оценки клеточной активности, картировать распределение ADC [41].

Как и ЭМА, ФУЗ-терапию можно применять в качестве самостоятельного метода лечения ММ и в сочетании с другими способами. Так, Ю.Б. Курашвили и др. [42] пришли к выводу, что при планировании удаления субмукозно расположенных миоматозных узлов диаметром от 3 до 5 см трансцервикальным доступом методом выбора подготовки может служить технология ФУЗ-МРТ. Этот метод делает узлы ММ доступными для полного трансцервикального удаления. Единственный

недостаток – необходимость дальнейшего использования антианемической и кровоостанавливающей терапии в период от ФУЗ-МРТ до миомэктомии.

По мнению А.Н. Стрижакова и др. [25] проведение ФУЗ-МРТ возможно в 2 основных вариантах: как самостоятельный вид лечения и в комбинации с трансцервикальной, лапароскопической и/или лапаротомной миомэктомией. Безусловно, более активное внедрение лечения ФУЗ-МРТ с отдаленными результатами поможет детально провести качественный анализ и сравнить с другими существующими органосберегающими методами лечения ММ.

### **Выводы**

Таким образом, ФУЗ-абляция – это полностью неинвазивный метод, при использовании которого нет необходимости в анестезиологическом пособии.

В отличие от ЭМА отсутствует действие ионизирующей радиации, отмечается короткий период восстановления (возвращение к привычной деятельности через день по сравнению с 13 днями после ЭМА и почти 6 неделями после абдоминальной миом- или гистерэктомии).

Недостатки метода – длительность процедуры (3–5 часов), высокая стоимость, сохранение неповрежденных жизнеспособных участков опухоли после лечения, которые могут быть источником рецидивов заболевания [15, 23].

До настоящего времени не опубликованы работы по сопоставлению ЭМА, окклюзии маточных артерий, лекарственных подходов к терапии ММ, миом- и гистерэктомии, которые позволили бы точнее определить место каждого метода в подходах к терапии этого заболевания [4, 23].

В будущих исследованиях необходимо уточнить параметры лечения и типы ММ, которые наилучшим образом реагируют на данное воздействие, для достижения наибольшего эффекта от процедуры [3].

Скорее всего в недалеком будущем ФУЗ-абляция может стать безопасной альтернативой гистер-, миомэктомии и ЭМА. Кроме того, по мнению ряда ученых этот метод позволяет восстанавливать нарушенную репродуктивную функцию женщины [17]. ■

## Список литературы

1. Worthington-Kirsch R. Uterine artery embolization: state-of-the-art and new developments. *Intervention*. 2000; 4 (2): 35–38.
2. Стрижаков А.Н. и др. Дискуссионные аспекты эмболизации маточных артерий при лечении больных миомой матки. *Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии*. 2004; 3 (5): 72.
3. Fennessy F.M., Tempany C.M. A review of magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound surgery of uterine fibroids. *Top. Magn. Reson. Imaging*. 2006; 17 (3): 173–179.
4. Zupi E., Sbracia M., Marconi D., Munro M.G. Myolysis of uterine fibroids: is there a role? *Clin. Obstet. Gynecol.* 2006; 49 (4): 821–833.
5. Leslie T.A., Kennedy J.E. High intensity focused ultrasound in the treatment of abdominal and gynecological diseases. *Int. J. Hyperthermia*. 2007; 23 (2):173–182.
6. Healey S., Buzaglo K., Seti L. et al. Ovarian function after uterine artery embolization and hysterectomy. *J. Am. Assoc. Gynecol. Laparosc.* 2004; 11 (3): 348–352.
7. Тихомиров А.Л., Лубнин Д.М. Лечение миомы матки. Миома матки. М.: ООО «Медицинское информационное агентство». 2006; 176.
8. Hudson S.B., Stewart E.A. Magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery. *Clin. Obstet. Gynecol.* 2008; 51 (1):159–166.
9. Вишинский А.А., Курашвили Ю.Б., Мышенкова С.А. и др. Цветное доплеровское картирование в оценке эффективности лечения миомы матки методом ФУЗ-абляции. Материалы IX всероссийского научного форума «Мать и дитя». М. 2007; 696.
10. Munro M.G. The evolution of uterine surgery. *Clin. Obstet. Gynecol.* 2006; 49 (4): 713–721.
11. Istre O. Management of symptomatic fibroids: conservative surgical treatment modalities other than hysterectomy and abdominal or laparoscopic myomectomy. *Best. Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.* 2008; 5.
12. Keshavarzi A., Vaezy S., Noble M.L., Paun M.K., Fujimoto V.Y. Treatment of uterine fibroid tumors in an in situ rat model using high-intensity focused ultrasound. *Fertil. Steril.* 2003; 80 (2): 761–767.
13. Hengst S.A., Ehrenstein T., Herzog H. et al. Magnetic resonance tomography guided focussed ultrasound surgery (MRgFUS) in tumor therapy – a new noninvasive therapy option. *Radiology*. 2004; 44 (4): 339–346.
14. Held R.T., Zderic V., Nguyen T.N., Vaezy S. Annular phased-array high-intensity focused ultrasound device for image-guided therapy of uterine fibroids. *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control*. 2006; 53 (2): 335–348.
15. Kopelman D., Papa M. Magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for the noninvasive curative ablation of tumors and palliative treatments: a review. *Ann. Surg. Oncol.* 2007; 14 (5): 1540–1550.
16. Lynn J.G., Zwemer R.L., Chick A.J. The biological application of focused ultrasonic waves. *Science*. 1942; 96 (2483): 119–120.
17. Кулаков В.И., Кира Е.Ф. Термическая абляция миоматозных узлов фокусированным ультразвуком – новый метод неинвазивной хирургии. *Акушерство и гинекология*. 2006; 5: 3–5.
18. Tempany C.M., Stewart E.A., McDannold N. et al. MR imaging-guided focused ultrasound surgery of uterine leiomyomas: a feasibility study. *Radiology*. 2003; 226 (3): 897–905.
19. Stewart E.A., Gedroyc W.M., Tempany C.M. et al. Focused ultrasound treatment of uterine fibroid tumors: safety and feasibility of a noninvasive thermoablative technique. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2003; 189 (1): 48–54.
20. Ren X.L., Zhou X.D., Zhang J., He G.B. et al. Extracorporeal ablation of uterine fibroids with high-intensity focused ultrasound: imaging and histopathologic evaluation. *J. Ultrasound. Med.* 2007; 26 (2): 201–212.
21. Arleo E.K., Khilnani N.M., Ng A., Min R.J. Features influencing patient selection for fibroid treatment with magnetic resonance-guided focused ultrasound. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2007; 18 (5): 681–685.
22. Samuel A., Fennessy F.M., Tempany C.M., Stewart E.A. Avoiding treatment of leiomyosarcomas: the role of magnetic resonance in focused ultrasound surgery. *Fertil. Steril.* 2007; 15.
23. Fennessy F.M., Tempany C.M. MRI-guided focused ultrasound surgery of uterine leiomyomas. *Acad. Radiol.* 2005; 12 (9): 1158–1166.
24. Курашвили Ю.Б., Мышенкова С.А., Шиповская Е.В., Степанов А.В., Лазуткина В.Ю. Патогенез воздействия ФУЗ-абляции на миому матки. Материалы IX всероссийского научного форума «Мать и дитя». М.: 2007; 696.
25. Стрижаков А.Н., Лядов К.В., Коваленко М.В. и др. Лечение миомы матки с

- помощью фокусированного ультразвукового воздействия под контролем МРТ. Материалы IX всероссийского научного форума «Мать и дитя». М.: 2007; 696.
26. Rabinovici J., Inbar Y., Revel A. et al. Clinical improvement and shrinkage of uterine fibroids after thermal ablation by magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery. *Ultr. Obstet. Gynecol.* 2007; 30 (5): 771–777.
  27. Tropeano G., Amoroso S., Scambia G. Non-surgical management of uterine fibroids. *Hum. Reprod. Update.* 2008; 14 (3): 259–274.
  28. Fennessy F.M., Tempany C.M., McDannold N.J. et al. Uterine leiomyomas: MR imaging-guided focused ultrasound surgery – results of different treatment protocols. *Radiology.* 2007; 243 (3): 885–893.
  29. Hindley J., Gedroyc W.M., Regan L. et al. MRI Guidance of Focused Ultrasound Therapy of Uterine Fibroids: Early Results. *Am. J. Roentgenol.* 2004; 183 (6): 1713–1719.
  30. Smart O.C., Hindley J.T., Regan L., Gedroyc W.G. Gonadotrophin-Releasing Hormone and Magnetic-Resonance-Guided Ultrasound Surgery for Uterine Leiomyomata. *Obstet. Gynecol.* 2006; 108 (1): 49–54.
  31. Сухих Г.Т., Волобуев А.И., Самойлова Т.Е. и др. Клиническая безопасность неинвазивной абляции миомы матки фокусированным ультразвуком под контролем магнитно-резонансной томографии органов малого таза. Материалы IX всероссийского научного форума «Мать и дитя». М.: 2007; 696.
  32. Morita Y., Ito N., Hikida H. et al. Non-invasive magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound treatment for uterine fibroids – early experience. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2007; 20 (4).
  33. Rabinovich J., Inbar Y., Eylon S.C. et al. Pregnancy and live birth after focused ultrasound surgery for symptomatic focal adenomyosis: a case report. *Hum. Reprod.* 2006; 21 (5): 1255–1259.
  34. Hanstede M.M., Tempany C.M., Stewart E.A. Focused ultrasound surgery of intramural leiomyomas may facilitate fertility: a case report. *Fertil. Steril.* 2007; 88 (2): 497.
  35. Gavriloja-Jordan L.P., Rose C.H., Traynor K.D. et al. Successful term pregnancy following MR-guided focused ultrasound treatment of uterine leiomyoma. *J. Perinatol.* 2007; 27 (1): 59–61.
  36. Funaki K., Fukunishi H., Funaki T. et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine fibroids: relationship between the therapeutic effects and signal intensity of preexisting T2-weighted magnetic resonance images. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2007; 196 (2): 184.
  37. Курашвили Ю.Б., Мышенкова С.А., Шиповская Е.В. и др. Прогнозирование эффективности ФУЗ-МРТ-абляции в зависимости от типа миомы матки: морфологические и МР-параллели. Материалы IX всероссийского научного форума «Мать и дитя». М.: 2007; 696.
  38. Stewart E.A., Gostout B., Rabinovici J. et al. Sustained Relief of Leiomyoma Symptoms by Using Focused Ultrasound Surgery. *Obstet. Gynecol.* 2007; 110 (2): 279–287.
  39. So M.J., Fennessy F.M., Zou K.H., McDannold N. et al. Does the phase of menstrual cycle affect MR-guided focused ultrasound surgery of uterine leiomyomas? *Eur. J. Radiol.* 2006; 59 (2): 203–207.
  40. McDannold N., Tempany C.M., Fennessy F.M. et al. Uterine leiomyomas: MR imaging-based thermometry and thermal dosimetry during focused ultrasound thermal ablation. *Radiology.* 2006; 240 (1): 263–272.
  41. Jacobs M.A., Herskovits E.H., Kim H.S. Uterine fibroids: diffusion-weighted MR imaging for monitoring therapy with focused ultrasound surgery – preliminary study. *Radiology.* 2005; 236 (1): 196–203.
  42. Курашвили Ю.Б., Агабалаева А.О., Лазуткина В.Ю., Степанов А.В., Чмыр Е.Н. Возможность использования ФУЗ-МРТ в предоперационной подготовке при субмукозно расположенных узлах миомы матки. Материалы IX всероссийского научного форума «Мать и дитя». М.: 2007; 696.

**Адрес для корреспонденции:**

Синицын Валентин Евгеньевич  
e-mail: vsini@mail.ru