

## ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АБЛАЦИИ МИОМ МАТКИ ФОКУСИРОВАННЫМ УЛЬТРАЗВУКОМ ПОД КОНТРОЛЕМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

**Е.С. Загвоздкин**, врач-рентгенолог;

**В.Е. Синицын**, д. м. н., профессор, руководитель Центра лучевой диагностики ЛРЦ;

**Е.А. Мершина**, к. м. н., заведующая отделением функциональных методов лучевой диагностики Центра лучевой диагностики ЛРЦ

ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России,  
Иваньковское ш., 3, Москва, 125367, Российская Федерация

## EVALUATION OF FACTORS AFFECTING THE LONG-TERM RESULTS OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING GUIDED FOCUSED ULTRASOUND ABLATION OF UTERINE FIBROIDS

**E.S. Zagvozdkin**, Radiologist;

**V.E. Sinitsyn**, MD, PhD, DSc, Professor,  
Head of Diagnostic Radiology Center of FCTR;

**E.A. Mershina**, MD, PhD, Head of Radiology Department of FCTR

Federal Center of Treatment and Rehabilitation, Ministry of Health of the RF,  
Ivan'kovskoe shosse, 3, Moscow, 125367, Russian Federation

**Цель исследования** – проанализировать результаты аблации миом матки фокусированным ультразвуком (ФУЗ) и оценить факторы, влияющие на отдаленные результаты лечения.

**Материал и методы.** Проанализированы данные 67 процедур ФУЗ-аблации миом матки (67 пациенток, 94 миомы). Характеристики миом определялись методом магнитно-резонансной томографии до и непосредственно после лечения, а также через 6–9, 12, 24 и 36 мес после ФУЗ. Оценивались следующие характеристики миом: стандартизованная интенсивность (СИ) и неоднородность МР-сигнала на Т2-взвешенных изображениях, максимальный диаметр, объем, неперфузируемый объем (NPV), коэффициенты динамики объема и NPV (КД<sub>V</sub>, КД<sub>NPV</sub>), МР-тип. Стандартизация значений интенсивности сигнала от миом проводилась по интенсивности сигнала от подвздошных мышц. КД<sub>V</sub>, КД<sub>NPV</sub> вычислялись как отношение значений объема и NPV миомы на момент контрольного исследования к их исходным значениям.

**Результаты.** NPV миом непосредственно после ФУЗ-аблации составил 57,1 ± 22,5%.

Наиболее выраженное уменьшение объема и NPV миом отмечено к 12 мес после ФУЗ (52,1% и 85,8% соответственно,  $p < 0,05$ ).

Выявлена значимая корреляция КД<sub>V</sub> и КД<sub>NPV</sub> миом через 6–9 мес после лечения с исходными NPV ( $r = -0,5$  и  $r = 0,37$ ,  $p < 0,01$ ), объемом ( $r = 0,28$  и  $r = 0,49$ ,  $p < 0,05$ ) и максимальным диаметром миомы ( $r = 0,26$  и  $r = 0,49$ ,  $p < 0,05$ ). Наибольшая скорость уменьшения объема миом отмечена при исходных NPV ≥ 50% и объеме менее 150 см<sup>3</sup>. Наименьшая скорость уменьшения NPV определялась при исходных NPV ≥ 75% и объеме более 100 см<sup>3</sup>.

Максимальное уменьшение объема миом за период наблюдения отмечалось при исходных NPV ≥ 75% и объеме менее 100 см<sup>3</sup>, минимальное – при NPV менее 25% и объеме более 150 см<sup>3</sup>.

**Заключение.** Динамика объема и NPV миом после ФУЗ-аблации зависит от исходных значений данных показателей. При лечении стоит отдавать предпочтение небольшим миомам

**Objective:** to analyze the results of focused ultrasound ablation (MRgFUS) of uterine fibroids and to evaluate the factors affecting the long-term results of treatment.

**Material and methods.** Retrospective analysis of 67 FUS ablations (67 women, 94 fibroids) was performed. The observation period after FUS was up to 36 months. Characteristics of fibroids (standardized signal intensity (SSI) and signal heterogeneity in T2-WI, maximum diameter, volume, nonperfused volume (NPV), coefficients of volume and NPV dynamics (CD<sub>V</sub>, CD<sub>NPV</sub>), MR-type) were assessed by MRI. Standardization of the fibroid signal intensity was performed by using the signal intensity from iliac muscle. CD<sub>V</sub>, CD<sub>NPV</sub> were calculated as the ratio of fibroids volume and NPV at the time of control MRI to their initial values.

**Results.** Post treatment NPV ratio was 57.1 ± 22.5%.

The maximal significant reduction of fibroids volume and NPV was detected by 12 months after FUS (52.1% and 85.8%).

CD<sub>V</sub> and CD<sub>NPV</sub> showed significant ( $p < 0.05$ ) correlation with post treatment NPV ratio ( $r = -0.5$  and  $r = 0.37$ ), fibroids volume ( $r = 0.28$  and  $r = 0.49$ ) and maximum diameter ( $r = 0.26$  and  $r = 0.49$ ).

Fibroids with NPV ≥ 50% and volume < 150 cm<sup>3</sup> were characterized by the highest rate of volume reduction. Fibroids with NPV ≥ 75% and volume > 100 cm<sup>3</sup> were characterized by the lowest rate of NPV reduction.

The maximal reduction of volume during the observation period was detected in fibroids with NPV ≥ 75% and volume < 100 cm<sup>3</sup>, the minimal – in fibroids with NPV < 25% and volume > 150 cm<sup>3</sup>.

**Conclusion.** The dynamics of fibroids volume and NPV after MRgFUS depends on initial values of these characteristics.

**Index terms:** uterine fibroid; magnetic resonance imaging; long-term results; focused ultrasound; ablation.

For citation: Zagvozdkin E.S., Sinitsyn V.E., Mershina E.A. Evaluation of factors affecting the long-term results of magnetic resonance imaging guided focused ultrasound ablation of uterine fibroids. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Russian Journal of Radiology)*. 2017; 98 (2): 86–91 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2017-98-2-86-91

(менее 100 см<sup>3</sup>) и стремиться к достижению максимальных значений NPV.

**Ключевые слова:** миома матки; магнитно-резонансная томография; отдаленные результаты; фокусированный ультразвук; абляция.

**Для цитирования:** Загвоздкин Е.С., Синицын В.Е., Мершина Е.А. Оценка факторов, влияющих на отдаленные результаты абляции миом матки фокусированным ультразвуком под контролем магнитно-резонансной томографии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2017; 98 (2): 86–91. DOI: 10.20862/0042-4676-2017-98-2-86-91

**Для корреспонденции:** Загвоздкин Евгений Сергеевич; E-mail: bbmensch@yandex.ru

## Введение

Абляция миом матки фокусированным ультразвуком под контролем МРТ (МРТкФУЗ-абляция) – современный неинвазивный органосохраняющий метод лечения, применяемый в клинической практике с 2004 г. [1–4]. В основе метода лежит дистанционное воздействие ультразвуковых волн, фокусируемых под МРТ-контролем и приводящих к локальному нагреванию и некрозу ткани миоматозного узла.

Эффективность МРТкФУЗ-абляции миом матки подтверждена во многих научных работах [5–17]. Тем не менее наблюдается значительный разброс как непосредственных (величина перфузируемого объема), так и отдаленных результатов абляции, что требует дальнейшего изучения факторов, влияющих на эффективность лечения [2]. Поскольку клинический эффект лечения проявляется в уменьшении размеров миоматозного узла, особую актуальность приобретает количественная оценка динамики объема миом после ФУЗ методом МРТ.

## Материал и методы

Проанализированы результаты 67 процедур ФУЗ-абляции миом матки (67 пациенток, 94 миоматозных узла), проведенных в период с 2010 по 2015 г.

Критерием исключения из исследования являлось лечение миом матки до выполнения ФУЗ и в период наблюдения после процедуры. Средний возраст пациенток составил 40,6 ± 6,1 года. На момент лечения и динамического наблюдения менструальная

функция всех пациенток была сохранена.

Процедура ФУЗ-абляции проводилась на интегрированной системе, включающей МР-томограф Signa EchoSpeed 1,5T EXCITE (GE Medical Systems) и систему ФУЗ-абляции ExAblate 2000 (InSightec Ltd.). МР-исследование выполнялось в трех стандартных плоскостях с получением перед абляцией Т2- и Т1-взвешенных изображений (ВИ), после абляции – Т1-ВИ после внутривенного контрастирования. Контрольные исследования выполнялись на том же томографе и включали те же МР-последовательности.

Характеристики миоматозных узлов определялись методом МРТ перед и непосредственно после лечения ( $n=94$ ), а также через 6–9 мес ( $n=82$ ), 12 мес ( $n=35$ ), 24 мес ( $n=19$ ) и 36 мес ( $n=6$ ) после ФУЗ. Оценивались следующие характеристики миом: МР-тип, стандартизованная интенсивность (СИ) и неоднородность МР-сигнала на Т2-ВИ, максимальный диаметр, объем и перфузируемый объем (NPV) после лечения, коэффициенты динамики объема и NPV ( $KD_V$ ,  $KD_{NPV}$ ). МР-тип миом определялся в зависимости от преобладающей интенсивности МР-сигнала на Т2-ВИ по отношению к миометрию и скелетным мышцам. I МР-тип («темные» миомы) характеризовался преобладанием сигнала низкой интенсивности, II МР-тип («серые» миомы) – преобладанием сигнала промежуточной интенсивности и III МР-тип («белые» миомы) – сигнала высокой интенсивности. СИ определялась как отношение средней ин-

тенсивности сигнала на Т2-ВИ от миоматозного узла к средней интенсивности сигнала от подвздошных мышц. Неоднородность МР-сигнала вычислялась как разность стандартного отклонения интенсивности сигнала от миомы и интенсивности сигнала от окружающего пациентку воздуха (шум). Коэффициенты динамики вычислялись как отношение значений объема и NPV миомы на момент контрольного исследования к исходным значениям данных показателей.

Оценка взаимосвязи между количественными переменными, сравнение групп по количественным и качественным показателям осуществлялись с использованием коэффициента корреляции Спирмена, U-критерия Манна–Уитни и критерия Фишера соответственно. Выявленные результаты считались статистически значимыми при значениях  $p < 0,05$ .

## Результаты

Максимальный диаметр миом составил 51,1 ± 21 мм, объем перед лечением – 74,4 ± 88,1 см<sup>3</sup>. Средняя энергия соникаций при лечении миом равнялась 2755 ± 1221 Дж, максимальная энергия – 3230 ± 1527 Дж.

Среди миом, подвергшихся ФУЗ-абляции, 67 (71,3%) отнеслись к I МР-типу, 20 (21,3%) – к II типу и 7 (7,4%) – к III типу. Выявлена сопоставимость значений СИ и МР-типа миом. Медиана значений СИ составила 1,1 (0,8–2) для миом I МР-типа, 1,85 (1,5–2,7) для миом II типа и 3 (2,6–3,8) для миом III типа. Значения стандартизованной интенсивности сигнала значимо

**For correspondence:** Evgeniy S. Zagvozdkin; E-mail: bbmensch@yandex.ru

### Information about authors:

Zagvozdkin E.S., <http://orcid.org/0000-0002-0754-3409>

Sinityn V.E., <http://orcid.org/0000-0002-5649-2193>

Mershin E.A., <http://orcid.org/0000-0002-1266-4926>

**Acknowledgements.** The study had no sponsorship.

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

Received 12 December 2016

Accepted 20 January 2017

Значения  $KD_V$  и  $KD_{NPV}$  миом через 6–9 мес после ФУЗ в зависимости от исходного NPV

Группы	NPV, в среднем	$KD_V$ , медиана (диапазон)	$KD_{NPV}$ , медиана (диапазон)
0 – 25% ( $n=11$ )	15,3%	1,00 (0,64–1,50)	0,00 (0–0,90)
25 – 50% ( $n=17$ )	39,9%	0,77 (0,49–1,68)	0,12 (0–1,00)
50 – 75% ( $n=42$ )	60,7%	0,61 (0,22–1,26)	0,22 (0–0,68)
75 – 100% ( $n=12$ )	85,9%	0,55 (0,12–0,88)	0,40 (0–0,88)

различались между группами ( $p<0,05$ ).

Среднее значение NPV непосредственно после ФУЗ-абляции 94 миом составило  $57,1 \pm 22,5\%$ . В 66 (70,2%) случаях показатель NPV миоматозных узлов равнялся или превышал 50%.

Через 6–9 мес после лечения объем 72 (87,8%) миом уменьшился в среднем на  $35,8 \pm 20,4\%$  от первоначального – с  $81,4 \pm 97,5$  до  $59,3 \pm 77,6$  см<sup>3</sup> ( $p<0,05$ ). Объем 1 (1,2%) миомы не изменился. В 9 (11%) случаях объем миоматозных узлов увеличился.

При оценке результатов через 12 мес после лечения установлено уменьшение объема 32 (91,4%) миом в среднем на  $52,1 \pm 21,5\%$  от исходного – с  $50,4 \pm 41,8$  до  $26,9 \pm 31,4$  см<sup>3</sup> ( $p<0,05$ ). Объем 1 (2,9%) миомы не изменился. В 2 (5,7%) случаях объем миоматозных узлов увеличился по сравнению с первоначальным.

Через 24 мес после ФУЗ объем 15 (78,9%) миом уменьшился в среднем на  $51,6 \pm 20,7\%$  от первоначального – с  $66 \pm 96,6$  до  $35,7 \pm 75,9$  см<sup>3</sup>. В 4 (21,1%) случаях объем миоматозных узлов превысил первоначальный.

Объем всех миом ( $n=6$ ), оцениваемых через 36 мес после лечения, уменьшился в среднем на  $56 \pm 22,9\%$  от исходного – с  $74,9 \pm 46,6$  до  $29,7 \pm 26,3$  см<sup>3</sup>.

Отмечено менее выраженное уменьшение объема миом через 6–9 мес по сравнению с 12, 24 и 36 мес после ФУЗ ( $p<0,05$ ). Степень уменьшения объема миоматозных узлов через 12, 24 и 36 мес после лечения значимо не отличалась ( $p>0,05$ ).

Уменьшение NPV миом составило в среднем  $75,5 \pm 23,4\%$  от

первоначального через 6–9 мес после ФУЗ,  $85,8 \pm 23,4\%$  – через 12 мес,  $93,6 \pm 11,7\%$  – через 24 мес и  $93,3 \pm 8,1\%$  – через 36 мес после лечения. Отмечено менее выраженное уменьшение NPV через 6–9 мес по сравнению с 12, 24 и 36 мес после ФУЗ ( $p<0,05$ ). Значимых различий по степени уменьшения NPV через 12, 24 и 36 мес после лечения не выявлено ( $p>0,05$ ).

Для оценки влияния количественных показателей на динамику объема и NPV миом за первые 6–9 мес после лечения (наибольший объем выборки,  $n=82$ ) выполнен корреляционный анализ.

$KD_V$  миомы через 6–9 мес после лечения значимо коррелирует с показателем NPV непосредственно после ФУЗ ( $r=-0,5$ ,  $p<0,01$ ), объемом и максимальным диаметром миомы перед ФУЗ-абляцией ( $r=0,28$  и  $r=0,26$  соответственно,  $p<0,05$ ). Таким образом, выраженность и скорость уменьшения объема миом после ФУЗ выше при первоначально более высоких значениях NPV, меньших значениях объема и максимального диаметра миоматозных узлов. Значимой корреляции  $KD_V$  с интенсивностью и неоднородностью МР-сигнала от миомы, возрастом пациенток и значениями энергии соникаций не выявлено ( $p>0,05$ ).

$KD_{NPV}$  миомы через 6–9 мес после лечения также значимо коррелирует с исходным показателем NPV ( $r=0,37$ ,  $p<0,01$ ), объемом и максимальным диаметром миомы перед лечением ( $r=0,49$ ,  $p<0,01$ ). Выращенность и скорость уменьшения NPV после ФУЗ ниже при изначально больших значениях NPV, объема

и максимального диаметра миоматозных узлов. Значимой корреляции  $KD_{NPV}$  с интенсивностью и неоднородностью МР-сигнала от миомы, возрастом пациенток, значениями энергии соникаций, а также с  $KD_V$  не отмечено ( $p>0,05$ ).

Учитывая полученные результаты, проведена более подробная оценка влияния исходных NPV и объема миом на динамику данных показателей.

В зависимости от величины исходного NPV миомы разделены на четыре группы: 0 – 25%, 25 – 50%, 50 – 75%, 75 – 100% (исключая верхнее значение диапазона для первых трех групп). Значения  $KD_V$  и  $KD_{NPV}$  в группах представлены в таблице 1.

Наиболее выраженная динамика снижения объема миом к 6–9 мес после лечения наблюдалась при значениях NPV 50% и более ( $p<0,05$ ). Менее выраженное уменьшение объема отмечено при исходном NPV 25 – 50%, самый плохой результат наблюдался в группе с NPV 0 – 25%.

Менее выраженное уменьшение неперфузируемого объема миоматозных узлов отмечалось в группе с исходным NPV 75 – 100% по сравнению с группами 0 – 25%, 50 – 75% и в группе 50 – 75% по сравнению с группой 0 – 25% ( $p<0,05$ ). В группе с NPV 25 – 50% наблюдалась существенная неоднородность значений  $KD_{NPV}$ , значимого отличия от остальных групп не выявлено ( $p>0,05$ ).

В зависимости от объема перед проведением ФУЗ-абляции миомы были разделены на четыре группы: менее 50, 50–100, 100–150, 150 см<sup>3</sup> и более. Значения  $KD_V$

Значения  $KD_V$  и  $KD_{NPV}$  миом через 6–9 мес после ФУЗ в зависимости от исходного объема

Группы	V миомы перед ФУЗ, в среднем	$KD_V$ , медиана (диапазон)	$KD_{NPV}$ , медиана (диапазон)
Менее 50 см <sup>3</sup> ( $n=45$ )	20,1 см <sup>3</sup>	0,62 (0,20–1,68)	0,12 (0,00–0,91)
50–100 см <sup>3</sup> ( $n=14$ )	67,3 см <sup>3</sup>	0,72 (0,12–1,58)	0,20 (0,00–1,00)
100–150 см <sup>3</sup> ( $n=10$ )	122,1 см <sup>3</sup>	0,72 (0,29–0,96)	0,37 (0,22–0,58)
150 см <sup>3</sup> и более ( $n=13$ )	250,2 см <sup>3</sup>	0,86 (0,66–1,50)	0,40 (0,00–0,88)

и  $KD_{NPV}$  в группах представлены в таблице 2.

Через 6–9 мес после ФУЗ более выраженное уменьшение объема наблюдалось у миоматозных узлов с исходным объемом менее 150 см<sup>3</sup> ( $p<0,05$ ). Динамика объема в группах менее 50, 50–100 и 100–150 см<sup>3</sup> значительно не отличалась ( $p>0,05$ ).

Менее выраженное уменьшение NPV через 6–9 мес после ФУЗ отмечалось в группах с исходным объемом 100–150 и 150 см<sup>3</sup> и более по сравнению с группой менее 50 см<sup>3</sup>. В группе с исходным объемом 50–100 см<sup>3</sup> наблюдалась выраженная неоднородность значений  $KD_{NPV}$ , статистически значимой разницы с остальными группами не отмечено ( $p>0,05$ ).

Максимальное уменьшение объема миоматозных узлов за весь период наблюдения в группе с исходным NPV 0 – 25% ( $n=5$ ) составило  $18,4 \pm 10\%$ , в группе 25 – 50% ( $n=14$ ) –  $39,6 \pm 20,8\%$ , в группе 50 – 75% ( $n=45$ ) –  $41,9 \pm 21,5\%$  и в группе 75 – 100% ( $n=19$ ) –  $57,4 \pm 22,2\%$ . Значимые отличия ( $p<0,05$ ) отмечены между всеми группами, кроме групп с NPV 25 – 50% и 50 – 75%. Таким образом, максимальное уменьшение объема за весь период наблюдения выявлено у миом с исходным неперфузируемым объемом 75% и более, минимальное – у миом с NPV ниже 25%, промежуточный результат достигнут при NPV от 25% до 75%. Следует отметить, что число миом, увеличившихся при первом контроле после ФУЗ, в группе с NPV 50 – 75% значимо меньше, чем в группах 0 – 25% и 25 – 50%, а в группе 25 – 50% меньше, чем в группе 0 – 25% ( $p<0,05$ ).

Помимо этого, в группах 25 – 50% и 50 – 75% отмечалось значимо меньше миом, увеличившихся по сравнению с предыдущим МР-контролем, чем в группе с NPV 0 – 25% ( $p<0,05$ ). Группы с NPV 25 – 50% и 50 – 75% по данному параметру не различались ( $p>0,05$ ).

Среди миом с NPV 75 – 100% ни одного случая увеличения объема за период наблюдения не отмечено.

Максимальное уменьшение объема миоматозных узлов за весь период наблюдения в группе с исходным объемом менее 50 см<sup>3</sup> ( $n=42$ ) составило  $48,8 \pm 19,7\%$ , в группе 50 – 100 см<sup>3</sup> ( $n=19$ ) –  $51,1 \pm 22,6\%$ , в группе 100 – 150 см<sup>3</sup> ( $n=10$ ) –  $35,2 \pm 23,9\%$  и в группе 150 см<sup>3</sup> и более ( $n=12$ ) –  $20,8 \pm 16,2\%$ . Статистически значимые различия выявлены между группой 150 см<sup>3</sup> и более и группами менее 50, 50–100 см<sup>3</sup> ( $p<0,05$ ). Значимого различия между группами менее 50 и 50–100 см<sup>3</sup> не выявлено ( $p>0,05$ ). Таким образом, максимальное снижение объема миом за период наблюдения отмечалось при исходном объеме узла до 100 см<sup>3</sup>, минимальное – при объеме более 150 см<sup>3</sup>. В группе с первоначальным объемом 100–150 см<sup>3</sup> наблюдалась выраженная неоднородность динамики объема, что обуславливает отсутствие статистически значимой разницы по сравнению с остальными группами ( $p>0,05$ ). Количество миом, увеличившихся при первом и последующих контрольных исследованиях после ФУЗ, в группах значимо не отличалось ( $p>0,05$ ).

Исходный NPV миом, объем которых за период наблюдения

превысил первоначальный ( $n=13$ , 13,8%), составил в среднем  $28 \pm 17\%$ . Большинство этих миоматозных узлов ( $n=11$ , 84,6%) обладали исходным неперфузируемым объемом менее 50%.

При величине остаточного NPV более 17% не наблюдалось ни одного случая увеличения объема миом к следующему контрольному МР-исследованию (период от 6 до 18 мес).

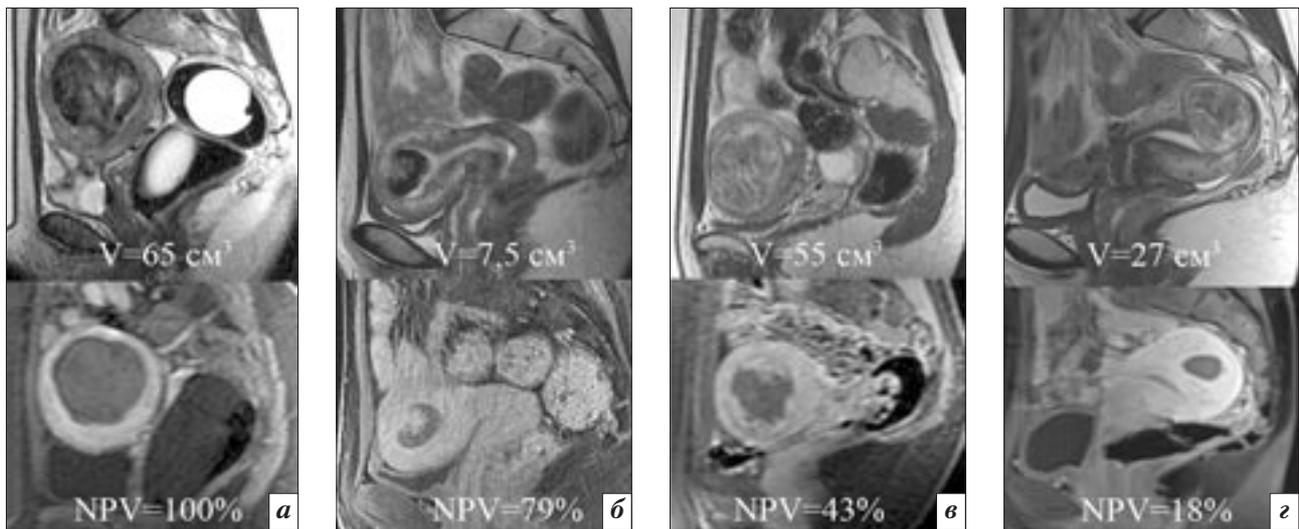
На момент диагностики любого увеличения объема миом (24 случая) NPV составил в среднем  $1 \pm 4\%$  (медиана 0%, диапазон 0 – 14%). В большинстве случаев ( $n=19$ , 79,2%) на момент выявления увеличения миоматозного узла неперфузируемый объем у них отсутствовал.

Примеры результатов лечения миоматозных узлов представлены на рисунке.

### Обсуждение

В настоящее время показатель NPV считается единственным критерием эффективности ФУЗ-абляции непосредственно после процедуры и определяет степень последующего уменьшения объема миоматозного узла [2, 12, 18, 19]. Тем не менее подробного анализа динамики объема и NPV миоматозных узлов на протяжении до 3 лет после ФУЗ, с оценкой потенциального влияния других факторов на рассматриваемые показатели ранее не проводилось.

В настоящем исследовании установлено, что динамика объема и NPV миом зависит от исходных размеров (объема и максимального диаметра) и NPV миоматозных узлов. Прямой зависимости динамики рассматриваемых



МРТ малого таза, сагитальные Т2-ВИ (верхний ряд) и Т1-ВИ после контрастирования (нижний ряд). Динамика объема «темной» (а, б) и «белой» (в, г) миом матки: непосредственно после ФУЗ (а, в) и через 12 мес после ФУЗ-абляции (б, г)

показателей от СИ и, следовательно, от МР-типа миом не выявлено. Таким образом, хорошие отдаленные результаты лечения можно получить в случае миом с высокой интенсивностью МР-сигнала («белые» и «серые» миомы), что ставится под сомнение в ряде научных работ [9, 20]. Полученные в этих работах данные можно объяснить изначально низкими значениями NPV у миом рассматриваемых МР-типов, что связано с более низкой способностью к поглощению ультразвуковых волн.

Наиболее выраженное уменьшение объема и NPV миом в общей группе определялось через 12 мес после ФУЗ (52,1% и 85,8% соответственно). В более поздние сроки статистически значимой динамики данных показателей не отмечено. Таким образом, контроль через год после лечения представляется наиболее оптимальным для оценки эффективности процедуры.

В качестве основного показателя эффективности ФУЗ-абляции рассматривалось максимальное уменьшение объема миомы за период наблюдения. Другой важной характеристикой являлась скорость уменьшения объема миоматозного узла. Третья дополнительная характеристика – скорость уменьшения NPV после

ФУЗ, поскольку чем медленнее уменьшается NPV, тем потенциально дольше сохраняется эффект лечения. При оценке влияния исходного неперфузируемого объема наилучшие результаты по трем характеристикам получены в группе с NPV 75–100%. Помимо этого, ни одна миома с NPV 75–100% не увеличилась за период наблюдения. Средние показатели уменьшения объема миоматозного узла и динамики NPV отмечены в группах с неперфузируемым объемом 25–50% и 50–75%, однако в последней группе скорость уменьшения объема миом была значимо выше, а количество миоматозных узлов, увеличившихся к первому контрольному МР-исследованию после ФУЗ, значимо меньше. Большинство миом ( $n=11$ , 84,6%), объем которых за период наблюдения увеличился по сравнению с первоначальным, обладали исходным NPV менее 50%. Наихудшие результаты по трем характеристикам и количеству увеличившихся миом за период наблюдения отмечены в группе с NPV 0–25%.

При оценке влияния исходных размеров на эффективность ФУЗ-абляции наилучшие результаты по первым двум наиболее важным характеристикам получены в группах с исходным

объемом менее 50 и 50–100 см<sup>3</sup>. Аналогичное уменьшение объема миомы за период наблюдения, но со значимо меньшей исходной скоростью данного процесса получено в группе с объемом 100–150 см<sup>3</sup>. Наихудшие результаты по показателям максимального уменьшения и динамики объема отмечены в группе с объемом более 150 см<sup>3</sup>.

Учитывая обратную корреляцию исходного объема миом матки со скоростью уменьшения NPV, можно говорить о затруднении резорбции некротизированных тканей после ФУЗ в более крупных миоматозных узлах, что приводит к снижению скорости уменьшения объема (группа 100–150 см<sup>3</sup>) или к снижению и скорости, и потенциала уменьшения объема миоматозных узлов (группа с объемом более 150 см<sup>3</sup>).

Установлено, что увеличение объема исходно уменьшившихся после ФУЗ-абляции миом происходило при отсутствии остаточного NPV или значениях данного показателя менее 15%. При остаточном объеме более 17% ни один миоматозный узел не увеличился к следующему МР-контролю в период от 6 до 18 мес. Полученные данные подтверждают значимость оценки остаточного NPV для прогнозирования динамики объема миом матки.

## Заключение

Динамика объема и неперфузируемого объема миом после ФУЗ-абляции зависит от исходных размеров и NPV миоматозных узлов.

Наилучшие отдаленные результаты лечения получены в группах с исходными значениями NPV миом 75–100% и исходным объемом менее 100 см<sup>3</sup>. Таким образом, при лечении стоит отдавать предпочтение небольшим миомам (менее 100 см<sup>3</sup>) и стремиться к достижению максимально возможных значений NPV.

Оценка значений исходного и остаточного NPV крайне важна для прогнозирования динамики объема миоматозного узла после ФУЗ.

Контроль через год после ФУЗ-абляции представляется оптимальным для оценки эффективности процедуры по причине наиболее выраженного изменения объема и NPV миом к этому периоду.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

## Литература [References]

1. Clark N.A., Mumford S.L., Segars J.H. Reproductive impact of MRI-guided focused ultrasound surgery for fibroids: a systematic review of the evidence. *Curr. Opin. Obstet. Gynecol.* 2014; 26 (3): 151–61.
2. Gizzo S., Saccardi C., Patrelli T.S., Ancona E., Noventa M., Fagherazzi S. et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound myomectomy: safety, efficacy, subsequent fertility and quality-of-life improvements, a systematic review. *Reprod. Sci. Thousand Oaks Calif.* 2014; 21 (4): 465–76.
3. Chapman A., ter Haar G. Thermal ablation of uterine fibroids using MR-guided focused ultrasound – a truly non-invasive treatment modality. *Eur. Radiol.* 2007; 17(10): 2505–11.
4. Лядов К.В., Сидорова И.С., Курашвили Ю.Б., Степанов А.В. Дистанционная неинвазивная абляция тканей фокусированным ультразвуком под контролем магнитно-резонансной томографии в лечении миомы матки (руководство для врачей). М.: Лечебно-реабилитационный центр Росздрава; 2008. [Lyadov K.V., Sidorova I.S., Kurashvili Yu.B., Stepanov A.V. Remote non-invasive focused ultrasound ablation under magnetic resonance imaging guidance in the treatment of uterine fibroids (a guide for physicians). Moscow: Federal Center of Treatment and Rehabilitation; 2008 (in Russ.).]
5. Hesley G.K., Gorny K.R., Woodrum D.A. MR-guided focused ultrasound for the treatment of uterine fibroids. *Cardiovasc. Interv. Radiol.* 2013; 36 (1): 5–13.
6. Stewart E.A., Rabinovici J., Tempany C.M., Inbar Y., Regan L., Gostout B. et al. Clinical outcomes of focused ultrasound surgery for the treatment of uterine fibroids. *Fertil. Steril.* 2006; 85 (1): 22–9.
7. Stewart E.A., Gostout B., Rabinovici J., Kim H.S., Regan L., Tempany C.M. Sustained relief of leiomyoma symptoms by using focused ultrasound surgery. *Obstet. Gynecol.* 2007; 110 (2): 279–87.
8. Funaki K., Sawada K., Maeda F., Nagai S. Subjective effect of magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine fibroids. *J. Obstet. Gynecol. Res.* 2007; 33 (6): 834–9.
9. Funaki K., Fukunishi H., Sawada K. Clinical outcomes of magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine myomas: 24-month follow-up. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34 (5): 584–9.
10. Fennessy F.M., Tempany C.M., McDannold N.J., So M.J., Hesley G., Gostout B. et al. Uterine leiomyomas: MR imaging-guided focused ultrasound surgery – results of different treatment protocols. *Radio-logy.* 2007; 243 (3): 885–93.
11. Morita Y., Ito N., Hikida H., Takeuchi S., Nakamura K., Ohashi H. Non-invasive magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound treatment for uterine fibroids – early experience. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2008; 139 (2): 199–203.
12. Лазуткина В.Ю., Чунаева Е.А., Азнауров В.Г., Синицын В.Е., Мершина Е.А. Отдаленные результаты лечения «темных» миом матки методом ФУЗ-абляции. Лучевая диагностика. 2013; 2: 28–31. [Lazutkina V.Yu., Chunaeva E.A., Aznaurov V.G., Sinitsyn V.E., Merschina E.A. Long-term results of the "dark" uterine fibroids treatment by FUS ablation. *Lučevaya Diagnostika (Diagnostic Radiology, Russian journal)*. 2013; 2: 28–31 (in Russ.).]
13. LeBlang S.D., Hoctor K., Steinberg F.L. Leiomyoma shrinkage after MRI-guided focused ultrasound treatment: report of 80 patients. *Am. J. Roentgenol.* 2010; 194 (1): 274–80.
14. Gorny K.R., Woodrum D.A., Brown D.L., Henrichsen T.L., Weaver A.L., Amrami K.K. et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound of uterine leiomyomas: review of a 12-month outcome of 130 clinical patients. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2011; 22 (6): 857–64.
15. Kim H.S., Baik J.H., Pham L.D., Jacobs M.A. MR-guided high-intensity focused ultrasound treatment for symptomatic uterine leiomyomata: long-term outcomes. *Acad. Radiol.* 2011; 18 (8): 970–6.
16. Voogt M.J., van Stralen M., Ikink M.E., Deckers R., Vincken K.L., Bartels W.P. et al. Targeted vessel ablation for more efficient magnetic resonance-guided high-intensity focused ultrasound ablation of uterine fibroids. *Cardiovasc. Interv. Radiol.* 2012; 35 (5): 1205–10.
17. Trumm C.G., Stahl R., Clevert D.A., Herzog P., Mindjuk I., Kornprobst S. et al. Magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound treatment of symptomatic uterine fibroids: impact of technology advancement on ablation volumes in 115 patients. *Invest. Radiol.* 2013; 48 (6): 359–65.
18. Stewart E.A. Clinical practice. Uterine fibroids. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (17): 1646–55.
19. Gorny K.R., Borah B.J., Brown D.L., Woodrum D.A., Stewart E.A., Hesley G.K. Incidence of additional treatments in women treated with MR-guided focused US for symptomatic uterine fibroids: review of 138 patients with an average follow-up of 2.8 years. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2014; 25 (10): 1506–12.
20. Саламадина Г.Е. Органосберегающее лечение миомы матки с использованием сфокусированного ультразвука. *АГ-инфо.* 2012; 2: 28–34. [Salamadina G.E. The organ-preserving treatment of uterine fibroids by focused ultrasound. *AG-info (Journal for Obstetricians and Gynecologists, Russian journal)*. 2012; 2: 28–34 (in Russ.).]

Поступила 12.12.2016

Принята к печати 20.01.2017