

УДК 618.14-006.363-08

DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD52982>

Возможности и перспективы в лечении лейомиомы матки и инфильтративного эндометриоза — высокоэнергетическая фокусирующая ультразвуковая абляция

© Д.С. Судаков^{1, 2}, И.П. Николаенков², Ю.Р. Дымарская¹, Д.В. Бубнова¹

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;

² Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта, Санкт-Петербург, Россия

Обзор литературы посвящен применению фокусирующего ультразвука в гинекологической практике в качестве альтернативы традиционному хирургическому лечению лейомиомы матки и инфильтративных форм эндометриоза. Эффективность лечения лейомиомы матки фокусирующим ультразвуком широко варьирует и составляет от 16,4 до 93,0 %. В связи с отсутствием проспективных исследований не представляется возможным сделать достоверные выводы о влиянии абляции узлов лейомиомы фокусирующим ультразвуком на фертильность. Тем не менее частота незапланированных беременностей после такого лечения составляет до 19,5 %, и в 66,3 % случаев беременность завершается рождением ребенка. Лечение ретроцервикального инфильтративного эндометриоза при помощи фокусирующего ультразвука осуществимо в 87 % случаев. Необходимо дальнейшее накопление данных, чтобы четко очертить круг пациенток с лейомиомой матки и инфильтративным эндометриозом, в лечении которых данная методика может быть наиболее эффективна и безопасна.

Ключевые слова: лейомиома матки; фокусирующая ультразвуковая абляция под МРТ-контролем; инфильтративный эндометриоз; трансректальная высокоинтенсивная фокусирующая ультразвуковая абляция; беременность; роды; кесарево сечение.

Как цитировать:

Судаков Д.С., Николаенков И.П., Дымарская Ю.Р., Бубнова Д.В. Возможности и перспективы в лечении лейомиомы матки и инфильтративного эндометриоза — высокоэнергетическая фокусирующая ультразвуковая абляция // Журнал акушерства и женских болезней. 2021. Т. 70. № 2. С. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD52982>

DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD52982>

High-intensity focused ultrasound: opportunities and prospects in the treatment of uterine fibroid and deep infiltrative endometriosis

© Dmitriy S. Sudakov^{1, 2}, Igor P. Nikolayenkov², Yulia R. Dymarskaya¹, Diana V. Bubnova¹

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;

² The Research Institute of Obstetrics, Gynecology, and Reproductology named after D.O. Ott, Saint Petersburg, Russia

This literature review is devoted to the use of focused ultrasound in gynecological practice as an alternative to the traditional surgical treatment of uterine fibroids and deep infiltrating endometriosis. According to available data, the effectiveness of the treatment of uterine fibroids with focused ultrasound varies widely, ranging from 16.4% to 93.0%. Due to the lack of prospective studies, it is not possible to draw reliable conclusions about the effect of ablation of uterine fibroid with focused ultrasound on fertility. However, unplanned pregnancies after such treatment occurred up to 19.5%, and in 66.3% of cases, pregnancies ended with the childbirth. Research results demonstrate that in 87% of cases, treatment of retrocervical infiltrative endometriosis using focused ultrasound is feasible. Further data accumulation is required to determine the range of patients with uterine fibroids and deep infiltrating endometriosis, to whom the treating technique could be most effective and safe.

Keywords: uterine fibroids; magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery; deep infiltrating endometriosis; transrectal high-intensity focused ultrasound; pregnancy; delivery; caesarean section.

To cite this article:

Sudakov DS, Nikolayenkov IP, Dymarskaya YuR, Bubnova DV. High-intensity focused ultrasound: opportunities and prospects in the treatment of uterine fibroid and deep infiltrative endometriosis. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases*. 2021;70(2):129–138. DOI: <https://doi.org/10.17816/JOWD52982>

Received: 04.12.2020

Accepted: 25.03.2021

Published: 30.04.2021

В 1880 г. братья Поль-Жак Кюри (фр. Paul-Jacques Curie, 1856–1941) и Пьер Кюри (фр. Pierre Curie, 1859–1906) обнаружили пьезоэлектрический эффект, возникающий в кварцевом кристалле при механическом воздействии на него. Год спустя Ионас Фердинанд Габриэль Липпман (фр. Jonas Ferdinand Gabriel Lippmann, 1845–1921), применив свою теорему обратимости физических явлений, предсказал существование обратного пьезоэффекта, а братья Кюри подтвердили его в эксперименте. С тех пор как на основании этих экспериментов Поль Ланжевен (фр. Paul Langevin, 1872–1946) разработал методику изготовления излучателей ультразвуковых волн различной частоты, ультразвук прочно укрепился в медицине как метод диагностики, так и лечения.

Одной из таких методик является дистанционное воздействие фокусированными ультразвуковыми волнами (ФУЗ) на патологический очаг ткани с целью ее деструкции. Первое описание применения этой методики в эксперименте на биологических тканях и животных было опубликовано еще в 1942 г. [1]. Воздействие на измененные ткани обусловлено тремя повреждающими механизмами. Первый — термическая абляция. Ультразвук высокой энергии проходит через ткани, не повреждая их. Однако при фокусировке ультразвуковой волны за счет линзы излучателя в ограниченной зоне объемом 1,0 см³, называемом «спот» (от англ. spot — пятно), температура мгновенно повышается до 90 °С. Вследствие этого развивается коагуляционный некроз. При этом покровные и окружающие очаг ткани не повреждаются. Второй механизм обусловлен акустической кавитацией, приводящей к тканевому некрозу в результате механического воздействия. Третий механизм — повреждение сосудов патологического образования (например, опухолевого) [2–4]. Патологический очаг становится аваскулярным, следовательно, останавливается его рост, его размер уменьшается, снижается функциональная активность и, как следствие, уменьшаются клинические проявления. В течение двух недель после процедуры ультразвуковой абляции происходит постепенное сморщивание и замещение патологического образования фиброзной тканью [5, 6].

Лейомиома матки — наиболее распространенная доброкачественная опухоль женской мочеполовой системы. Частота ее встречаемости среди женщин репродуктивного возраста составляет от 20 до 40 %. В основе развития лейомиомы матки лежат нарушения метаболического превращения эстрогенов, изменение соотношения их фракций, повышенные концентрации рецепторов прогестерона А и В. В результате гиперплазии и гипертрофии гладкомышечных клеток масса миометрия может значительно увеличиться [7–12]. Лейомиома матки зачастую неблагоприятно сказывается на реализации репродуктивных планов женщины. Неуклонно растет число оперированных по поводу лейомиомы матки женщин. В различных гинекологических стационарах оно

может изменяться в пределах 41–74 %. Продолжается поиск оптимального способа лечения лейомиомы матки [9, 13, 14].

ФУЗ-абляция под контролем магнитно-резонансной томографии (ФУЗМРТ) является перспективным органосохраняющим неинвазивным методом лечения лейомиомы матки, способным успешно конкурировать с миомэктомией и эмболизацией маточных артерий. ФУЗМРТ-абляция одобрена для лечения лейомиомы матки Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (Food and Drug Administration — FDA) в 2004 г. и зарегистрирована к применению в Российской Федерации с 2009 г. (ФС2009/372) [15, 16].

Для проведения ФУЗМРТ-абляции узлов лейомиомы матки используют оборудование, представляющее собой объединенные единым программным обеспечением магнитно-резонансный томограф и устройство для генерации и фокусировки ультразвуковых волн. На основании анализа полученных в трех ортогональных проекциях серий Т2-взвешенных изображений планируют лечебную процедуру.

После визуализации узла лейомиомы в нем «размещают» споты с последующей их соникацией (воздействии на ткань ФУЗ-волной). Продолжительность соникации каждого спота составляет от 7–8 до 20 с. Данная методика позволяет регистрировать в реальном времени создаваемую в споте температуру и контролировать любое изменение положения органа относительно акустического окна [17, 18]. В ряде случаев для позиционирования узла лейомиомы на оптимальное фокусное расстояние (8–10 см) относительно источника ультразвука, смещения с пути прохождения УЗ-волн петель тонкой кишки и устранения воздействия на сакральные и седалищные нервы мочевого пузыря и прямую кишку заполняют изотоническим раствором хлорида натрия [4].

Эффективность ФУЗМРТ в лечении лейомиомы матки при учете технических ограничений, по данным литературы, составляет 85–90 % [16]. К техническим ограничениям широкого применения данной методики относят расположение узлов лейомиомы по передней стенке и в области дна матки, размеры до 10,0 см, 2–6-й типы узлов лейомиомы по классификации FIGO, возможность воздействия ФУЗ только на типичные «темные» миоматозные узлы, количество которых не превышает 3–4 [7, 16, 19, 20]. Ограничение для ФУЗМРТ-лечения узлов, расположенных по задней стенке матки, обусловлено риском повреждения во время операции сакральных и седалищного нервов. Повреждение нервов происходит вследствие нагревания крестца и передачи на них тепла. Безопасной считают дистанцию между фокусом инсонации и крестцом не менее 40 мм [19, 21–23]. Кроме того, применение методики зависит от расстояния от датчика до узла лейомиомы. При увеличении этого

расстояния более 8 см узлы становятся недосягаемыми для воздействия ФУЗ [22, 23].

Таким образом, доступными для лечения методикой ФУЗМРТ являются узлы, расположенные по передней стенке. Однако в последнее время появились данные, что это ограничение можно преодолеть. Так, Г.И. Назаренко и соавт. (2016) сообщают о лечении 28 пациенток с лейомиомой матки, у которых расстояние от крестца до середины узла было менее 35 мм. Проведение им ФУЗМРТ-абляции оказалось возможным при постоянном наблюдении за температурой крестца и уровнями энергии: при нагревании крестца его охлаждали с помощью льда, при болевых ощущениях снижали уровни энергии, чаще меняли срезы [24].

Несмотря на многообразие органосохраняющих методов лечения лейомиомы матки, ни один из них не устраняет причину развития заболевания и, следовательно, не предохраняет от возникновения рецидива, частота которого очень широко варьирует [25, 26]. В табл. 1 приведены данные литературы о частоте рецидивов клинических проявлений лейомиомы матки после ФУЗМРТ, по поводу которых было проведено дополнительное лечение (повторная ФУЗ, миомэктомия, гистерэктомия, эмболизация маточных артерий).

Представлены данные, что метод ФУЗМРТ-абляции лейомиомы матки может быть эффективно использован у пациенток репродуктивного возраста с крупными «симптомными» лейомиомами матки в качестве подготовки к лапароскопической миомэктомии при наличии

противопоказаний к другим видам медикаментозной подготовки [31].

Ряд авторов считают, что ФУЗМРТ лейомиомы матки не может являться методом выбора лечения для пациенток, заинтересованных в беременности, и заменить хирургическое органосохраняющее лечение. Они связывают это с возникновением в области узла асептического воспаления и некроза, что может негативно влиять на рецептивность эндометрия, приводить к неадекватной его реакции на гормональную стимуляцию и снижать имплантационный потенциал [32]. Кроме того, случайное воздействие на ткань яичников в случае их близкого расположения к матке может приводить к перманентному снижению овариального резерва. Считается, что применение этих методик у пациенток молодого возраста не оправдано и в связи с высокой частотой рецидива лейомиомы [33, 34]. Именно поэтому, согласно рекомендациям FDA, проведение ФУЗМРТ лейомиомы матки не показано женщинам, планирующим беременность [15]. В отечественных клинических рекомендациях такие ограничения не оговариваются [16, 35].

Исследований с анализом отдаленных эффектов влияния ФУЗМРТ лейомиомы матки на репродуктивную функцию крайне мало. Опубликованы отдельные сообщения о единичных случаях или сериях наблюдений за течением беременности и ее завершении после ФУЗМРТ. В табл. 2 представлены литературные данные о частоте наступления беременности после ФУЗМРТ-абляции лейомиомы матки.

Таблица 1. Данные литературы о частоте рецидивов лейомиомы матки после фокусированной ультразвуковой абляции под МРТ-контролем, по поводу которых проводили дополнительное лечение

Авторы, год	n	Длительность наблюдения, мес.	Число рецидивов, n (%)
Dobrotwir A. et al., 2012 [27]	100	12	7 (7)
Yoon S.W. et al., 2013 [28]	60	12	6 (10)
Trumm C.G. et al., 2013 [29]	115	12	8 (7)
Политова А.К. и др., 2015 [5]	72	36	27 (38)
Назаренко Г.И. и др., 2016 [24]	109	32	23 (21)
Малышева Я.Р. и др., 2019 [30]	195	12	163 (83,6)

Таблица 2. Данные литературы о частоте наступления беременности после фокусированной ультразвуковой абляции под МРТ-контролем лейомиомы матки

Авторы, год	Число пациенток после ФУЗМРТ	Длительность наблюдения, мес.	Число забеременевших женщин (%)	Общее число беременностей (%)	Спонтанные беременности (%)
Funaki K. et al., 2009 [36]	80	24	4/80 (5)	4/80 (5)	4/4 (100)
Juan Qin et al., 2012 [37]	435	36	24/435 (5,5)	24/435 (5,5)	24/24 (100)
Назаренко Г.И. и др., 2013 [38]	19	6,5	1 (5,3)	1 (5,3)	1/1 (100)
Kamp J.E. et al., 2012 [39]	54	12	8/54 (14,8)	8/54 (14,8)	8/54 (14,8)
Bing-song Z. et al., 2016 [40]	169	84	9/169 (5,3)	10/169 (5,9)	10/10 (100)
Li J.S. et al., 2017 [41]	189	60	131/189 (69,3)	131/189 (69,3)	125/131 (95,4)
Zou M. et al., 2017 [42]	406	59	78/406 (19,2)	80/406 (19,7)	76/80 (95)
Всего	1352	6,5–84	255/1352 (18,8)	258/1352 (19,1)	247/258 (97,5)

Примечание. ФУЗМРТ — фокусированная ультразвуковая абляция под МРТ-контролем.

Следует отметить, что отсутствуют проспективные исследования, оценивающие влияние ФУЗМРТ на фертильность. Пациентки, данные о которых отражены в табл. 2, не планировали беременность. В связи с этим не представляется возможным сделать достоверные выводы о влиянии ФУЗМРТ на фертильность.

В табл. 3 представлены данные об исходах беременностей, наступивших после применения ФУЗМРТ.

Из табл. 3 видно, что из 323 беременностей, наступивших после процедуры ФУЗМРТ по поводу лейомиомы матки, 66,3 % завершились рождением ребенка. Представленные серии наблюдений с учетом небольшого количества включенных в них пациенток не позволяют говорить о том, что ФУЗМРТ увеличивает частоту самопроизвольных абортов, преждевременных родов, родов операцией кесарева сечения. Впрочем, как и говорить об отсутствии такого влияния.

Таким образом, на настоящий момент проведение ФУЗМРТ женщинам, у которых проблемы с фертильностью предположительно связаны с лейомиомой матки, показано либо при их категорическом отказе от операции, либо при наличии у них неприемлемо высокого риска хирургического вмешательства. Дальнейшее накопление данных позволит либо кардинально

пересмотреть это представление, либо окончательно утвердиться в нем.

В последнее время в качестве еще одной области применения ФУЗ в гинекологии рассматривают лечение инфильтративных форм эндометриоза. В случае отсутствия эффекта от медикаментозной терапии хирургическое вмешательство с иссечением эндометриоидного инфильтрата, а то и удалением пораженного органа, несмотря на значительный риск нежелательных явлений, на протяжении долгого времени было единственным методом лечения. Эффективность ФУЗ при лечении аденомиоза менее изучена, чем при лечении лейомиомы матки. При лечении аденомиоза этот метод до сих пор считается экспериментальным. Так, в национальных клинических рекомендациях 2020 г. «Эндометриоз» применение ФУЗ-абляции в качестве метода лечения инфильтративных форм эндометриоза не упоминается, в то время как уделено внимание занятиям йогой и акупунктуре при болях [53]. Тем не менее результаты зарубежных исследований о применении методики ФУЗ кажутся весьма обнадеживающими. Так, получены данные, что применение ФУЗ-абляции достаточно эффективно для облегчения, по крайней мере частично, симптомов аденомиоза, включая меноррагию и дисменорею [54]. Это позволяет

Таблица 3. Данные литературы об исходах беременности после фокусированной ультразвуковой абляции под МРТ-контролем лейомиомы матки

Авторы, год	Число беременностей/завершенных	Аборт		Преждевременные роды, n (%)	Способ родоразрешения	
		искусственный, n (%)	спонтанный, n (%)		ЕРП, n (%)	кесарево сечение, n (%)
Gavrilova-Jordan L.P. et al., 2007 [43]	1/1	0	0	0	1/1 (100)	0
Hanstede M.M. et al., 2007 [44]	1/1	0	0	0	1/1 (100)	0
Morita Y. et al., 2007 [45]	1/1	0	0	0	1/1 (100)	0
Funaki K. et al., 2009 [36]	4/4	0	2/4 (50)	2/4 (50)	2 случая (данных о способе родоразрешения нет)	
Zaher S. et al., 2010 [46]	1/1	0	0	0	1/1 (100 %)	0
Rabinovici J. et al., 2010 [47]	54/43	7/54 (13)	14/54 (26)	1/54 (1,9)	14/22 (64)	8/22 (36)
Yoon S.W. et al., 2010 [48]	1/1	0	0	0	1/1 (100)	0
Назаренко Г.И. и др., 2011 [49]	1/1	0	0	0	0	1/1 (100)
Bouwisma E.V. et al., 2011 [50]	1/1	0	0	0	1/1 (100)	0
Zaher S. et al., 2011 [51]	1/1	0	0	0	0	1/1 (100)
Qin J. et al., 2012 [37]	24/24	15/24 (62,5)	2/24 (8,3)	0	0	7/7 (100)
Назаренко Г.И. и др., 2013 [38]	1/1	0	1 (100)	0	0	0
Kamp J.E. et al., 2012 [39]	8/7	0	0	0	4/7 (57,2)	3/7 (43)
Bing-song Z. et al., 2016 [40]	10/10	7/10 (70)	0	0	0	3/10 (30)
Li J.S. et al., 2017 [41]	133/114	4/133 (3,0)	17/133 (12,8)	2/133 (1,5)	26/93 (28)	67/93 (72)
Zou M. et al., 2017 [42]	80/74	0	3/80 (3,75)	3/71 (4,2)	15/71 (21,1)	56/71 (78,8)
Щедрина И.Д. и др., 2018 [52]	1/1	0	0	0	0	1/1 (100)
Всего	323/286	33/323 (10,2)	39/323 (12,1)	8/323 (2,5)	212 (+2 неизвестно) (66,3)	65/212 (30,7) 147/212 (69,3)

Примечание. ЕРП — естественные родовые пути.

рассматривать данную методику в качестве альтернативы гистерэктомии в случаях неэффективности медикаментозной терапии и желании женщины сохранить матку. Однако для того, чтобы утверждать, что эта методика не оказывает негативного влияния на фертильность, необходимы дальнейшие исследования.

В 2020 г. С.-А. Philip и соавт. в журнале *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* описали результаты I фазы неконтролируемого проспективного клинического исследования применения трансректального устройства фокусированного ультразвука (ТРФУЗ) Focal One® в лечении глубокого инфильтративного эндометриоза с вовлечением ректосигмоидного отдела кишечника [55]. Исследование проводили с сентября 2015 по октябрь 2019 г. в университетской больнице г. Лиона Croix-Rousse University Hospital, которая является специализированным центром по лечению эндометриоза. Подобно тому как В. Newirth в 1976 г. внедрил урологический резектоскоп для удаления субмукозных миоматозных узлов, методика ТРФУЗ пришла из урологии. Focal One® — это устройство для ТРФУЗ, используемое при лечении рака предстательной железы. Целью исследования была оценка возможности применения этой методики в лечении глубокого инфильтративного эндометриоза с поражением ректосигмоидного отдела кишечника, а также ее клинической эффективности и безопасности.

В исследование были включены 23 пациентки с глубоким инфильтративным эндометриозом после неэффективной консервативной гормональной терапии. Возраст пациенток был старше 25 лет, в течение ближайших 6 мес. ни одна из них не планировала беременности. Обследование методами трансвагинальной сонографии и магнитно-резонансной томографии подтвердило наличие у них эндометриоидного инфильтрата задней стенки матки, распространяющегося на ректосигмоидный отдел кишечника. Критериями исключения были поражение эндометриозом яичников, мочевого пузыря и мочеточников, других отделов кишечника. Технически удалось подвергнуть воздействию ФУЗ инфильтраты у 20 женщин из 23 («коэффициент осуществимости» составил 87,0 %): в 13 случаях очаг был обработан полностью, а в 7 наблюдениях — частично. Было зарегистрировано значительное уменьшение выраженности дисменореи, диспареунии, диареи, констипации, дисхезии, ложных позывов к дефекации, тазовых болей и астении по

сравнению с дооперационным обследованием. Авторы сообщают об отсутствии серьезных осложнений как во время самой процедуры, так и после нее. Таким образом, ТРФУЗ может стать неинвазивной альтернативной методикой в отношении хирургического вмешательства при наличии глубокого инфильтративного эндометриоза с распространением на ректосигмоидный отдел кишечника, если дальнейшие исследования подтвердят его клиническую эффективность и безопасность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ФУЗ в гинекологии имеет большое клиническое значение при лечении пациенток, страдающих лейомиомой матки и инфильтративными формами эндометриоза. Благодаря своей неинвазивности ФУЗ практически не несет риска интра- и послеоперационных осложнений, таких как кровотечение, инфекции, а также осложнений, связанных с оказанием анестезиологического пособия. Эта методика может применяться амбулаторно. Более того, благодаря этим преимуществам лечение с помощью ФУЗ может получить особенно широкое распространение в период пандемии новой коронавирусной инфекции.

В настоящее время необходимо продолжить накопление клинического опыта использования метода ФУЗ в гинекологической практике. Следует четко очертить круг пациентов с лейомиомой матки и инфильтративным эндометриозом, при лечении которых данная методика может быть наиболее эффективна, и определить, кому она не показана. Вопросы влияния на фертильность, течение и исходы беременности также остаются открытыми и требуют детального изучения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Информация об источнике финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Информация об участии авторов. Авторы статьи в равных долях участвовали в подготовке рукописи к изданию в соответствии с ванкуверскими рекомендациями в отношении авторов статей.

Информация о конфликте интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Lynn J.G., Zwemer R.L., Chick A.J., Miller A.E. A new method for the generation and use of focused ultrasound in experimental biology // *J. Gen. Physiol.* 1942. Vol. 26. No. 2. P. 179–193. DOI: 10.1085/jgp.26.2.179
- Hynynen K., Chung A., Colucci V. et al. Potential adverse effects of high-intensity focused ultrasound exposure on blood vessels *in vivo* // *Ultrasound. Med. Biol.* 1996. Vol. 22. P. 193–201. DOI: 10.1016/0301-5629(95)02044-6
- Vaezy S., Martin R., Kaczowski P. et al. Use of high-intensity focused ultrasound to control bleeding // *J. Vasc. Surg.* 1999. Vol. 29. No. 3. P. 533–542. DOI: 10.1016/s0741-5214(99)70282-x
- Берлим Ю.Д., Домбровский В.И., Исаев А.Ю. и др. ФУЗ-абляция — отдаленные результаты лечения миом матки // *Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2016. Т. 6. № 1. С. 91–106. DOI: 10.18411/a-2016-011

5. Политова А.К., Кира Е.Ф., Кокорева Н.И. Использование HIFU-абляции в лечении больных миомой матки // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2015. Т. 10. № 2. С. 69–71. [дата обращения 19.11.2020]. Доступ по ссылке: http://www.pirogov-vestnik.ru/upload/uf/77c/magazine_2015_2.pdf
6. Назаренко Г.И., Чен В.Ш., Джан Л., Хитрова А.Н. Ультразвуковая абляция как высокотехнологичная органосохраняющая альтернатива хирургического лечения опухолей. Москва: МЦ Банка России, 2008. [дата обращения 19.11.2020]. Доступ по ссылке: http://www.oncology.ru/specialist/journal_oncology/archive/0209/018.pdf
7. Parker W.H. Etiology, symptomatology, and diagnosis of uterine myomas // *Fertil. Steril.* 2007. Vol. 87. No. 4. P. 725–736. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2007.01.093
8. Аракелян А.С. Использование различных хирургических доступов (лапаротомия, лапароскопия, влагалищный) при радикальных операциях у больных миомой матки больших размеров: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2010. [дата обращения 19.11.2020]. Доступ по ссылке: <http://medical-diss.com/docreader/482801/a?#?page=1>
9. Панкратов В.В. Высокие технологии в диагностике и лечении доброкачественных заболеваний матки: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2013. [дата обращения 19.11.2020]. Доступ по ссылке: <http://medical-diss.com/docreader/360196/a?#?page=1>
10. Максутова Д.Ж. Инновационные методы лечения миомы матки: дис. ... д-ра. мед. наук. Москва, 2009.
11. Shelygin M.S., Guziy N.S., Kaplitskaya V.S. Specifics of hormonal status in combined dishormonal pathology of the uterus and mammary glands in reproductive age // *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine.* 2019. Vol. 14. No. 2. P. 123–131. DOI: 10.21638/spbu11.2019.204
12. Popov E.N., Ajvazyan T.A., Aleksandrova L.A. et al. Evaluation of functional morphology of myometrium in women of reproductive age with combined proliferative diseases of the uterus and isolated uterine leiomyoma // *Eastern European Scientific Journal.* 2016. Vol. 1. No. 5. P. 117–123.
13. Долинский А.К. Роль миомэктомии в преодолении бесплодия // *Журнал акушерства и женских болезней.* 2013. Т. 62. № 1. С. 42–47. DOI: 10.17816/JOWD62142-47
14. Беженарь В.Ф., Цыпурдеева А.А., Долинский А.К. и др. Опыт применения стандартизированной методики лапароскопической миомэктомии // *Журнал акушерства и женских болезней.* 2012. Т. 61. № 4. С. 23–32. DOI: 10.17816/JOWD61423-32
15. Ringold S. FDA approves ultrasound fibroid therapy // *JAMA.* 2004. Vol. 292. No. 23. P. 2826. DOI: 10.1001/jama.292.23.2826
16. Миома матки: диагностика, лечение и реабилитация. Клинические рекомендации (протокол лечения) 2015 г. [дата обращения 19.11.2020]. Доступ по ссылке: https://rulaws.ru/acts/Pismo-Minzdrava-Rossii-ot-02.10.2015-N-15-4_10_2-5805/
17. Yuan J., Mei C.S., Panych L.P. et al. Towards fast and accurate temperature mapping with proton resonance frequency-based MR thermometry // *Quant. Imaging. Med. Surg.* 2012. Vol. 2. No. 1. P. 21–32. DOI: 10.3978/j.issn.2223-4292.2012.01.06
18. McDannold N., Tempny C., Jolesz F., Hynynen K. Evaluation of referenceless thermometry in MRI-guided focused ultrasound surgery of uterine fibroids // *J. Magn. Reson. Imaging.* 2008. Vol. 28. No. 4. P. 1026–1032. DOI: 10.1002/jmri.21506
19. Hindley J., Gedroyc W.M., Regan L. et al. MRI guidance of focused ultrasound therapy of uterine fibroids: early results // *Am. J. Roentgenol.* 2004. Vol. 183. P. 1713–1719. DOI: 10.2214/ajr.183.6.01831713
20. Munro M.G., Critchley H.O., Broder M.S., Fraser I.S.; FIGO Working Group on Menstrual Disorders. FIGO classification system (PALM-COEN) for causes of abnormal uterine bleeding in nongravid women of reproductive age // *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2011. Vol. 113. No. 1. P. 3–13. DOI: 10.1016/j.ijgo.2010.11.011
21. Desai S.B., Patil A.A., Nikam R. et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound treatment for uterine fibroids: First study in indian women // *J. Clin. Imaging. Sci.* 2012. Vol. 2. P. 74. DOI: 10.4103/2156-7514.104307
22. Саламадина Г.Е. Органосберегающее лечение миомы матки с использованием сфокусированного ультразвука // *АГ-инфо. Гинекология.* 2012. № 2. С. 28–34.
23. Лядов К.В., Сидорова И.С., Курашвили Ю.Б. Дистанционная неинвазивная абляция тканей неинвазивным ультразвуком под контролем магнитно-резонансной томографии в лечении миомы матки: руководство для врачей. Москва, 2008.
24. Назаренко Г.И., Краснова Т.В., Тонконогова И.В. и др. Оценка эффективности и безопасности абляции высокоинтенсивным фокусированным ультразвуком (HIFU-абляции) при лечении миомы матки в зависимости от расположения узлов // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2016. № 1. С. 29–39.
25. Лебедев В.А., Давыдов А.И., Пашков В.М. Спорные и нерешенные вопросы лечения и профилактики миомы матки у больных репродуктивного периода // *Трудный пациент.* 2013. Т. 11. № 8–9. С. 14–19.
26. Bourdel N., Bonnefoy C, Jardo K. et al. Hysteroscopic myomectomy: recurrence and satisfaction survey at short- and long-term // *J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod.* 2011. Vol. 40. No. 2. P. 116–122. DOI: 10.1016/j.jgyn.2011.01.003
27. Yoon S.W., Cha S.H., Ji Y.G. et al. Magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound surgery for symptomatic uterine fibroids: estimation of treatment efficacy using thermal dose calculations // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod Biol.* 2013. Vol. 169. P. 304–308. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2013.02.023
28. Малышева Я.П., Соснова Е.А., Капильный В.А. Эффективность лечения миомы матки путем фокусированной ультразвуковой абляции // *Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2019. Т. 9. № 1. С. 125–130. DOI: 10.21569/22227415201991125130
29. Trumm C.G., Stahl R, Clevert D.A. 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. Vol. 48. P. 359–365. DOI: 10.1097/RLI.0b013e3182806904
30. Dobrotwir A., Pun E. Clinical 24 month experience of the first MRgFUS unit for treatment of uterine fibroids in Australia // *J. Med. Imaging. Radiat. Oncol.* 2012. Vol. 56. P. 409–416. DOI: 10.1111/j.1754-9485.2012.02376.x
31. Мелкозерова О.А., Щедрина И.Д., Полянин Д.В., Михельсон А.А. Эффективность ФУЗ-МРТ абляции миомы матки в качестве предоперационной подготовки к лапароскопической миомэктомии у женщин репродуктивного возраста // *Уральский медицинский журнал.* 2019. № 5 (173). С. 11–16. DOI: 10.25694/URMJ.2019.05.29

- 32.** Поротикина И.Е., Адамян Л.В., Гаврилова Т.Ю. и др. Особенности хирургического лечения больных миомой матки после ранее перенесенной неэффективной эмболизации маточных артерий и ФУЗ-МРТ абляции // Проблемы репродукции. 2016. Т. 22. № 3. С. 45–52. DOI: 10.17116/repro201622345-52
- 33.** Bohlmann M.K., Hoellen F., Humold P., David M. High-intensity focused Ultrasound ablation of uterine fibroids – potential impact on fertility and pregnancy outcome // Geburtshilfe Frauenheilkd. 2014. Vol. 74. No. 2. P. 139–145. DOI: 10.1055/s-0033-1360311
- 34.** Попов А.А., Федоров А.А., Логинова Е.А. и др. Миома матки: в пользу оперативного лечения при бесплодии // Медицинский алфавит. Современная гинекология. 2017. Т. 3 № 23. С. 46–49.
- 35.** Миома матки. Клинические рекомендации. 2020. [дата обращения 19.11.2020]. Доступ по ссылке: https://roag-portal.ru/recommendations_gynecology
- 36.** 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):584–589. DOI: 10.1002/uog.7455
- 37.** Qin J., Chen J.Y., Zhao W.P. et al. Outcome of unintended pregnancy after ultrasound-guided high-intensity focused ultrasound ablation of uterine fibroids // Int. J. Gynaecol. Obstet. 2012. Vol. 117. No. 3. P. 273–277. DOI: 10.1016/j.ijgo.2012.01.011
- 38.** Назаренко Г.И., Краснова Т.В., Хитрова А.Н. Опыт применения высокоинтенсивного фокусированного ультразвука (HIFU) при лечении субмукозной миомы матки // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 4. С. 41–47.
- 39.** Kamp J.E., David M., Scheurig-Muenkler C. et al. Clinical outcome of magnetic-resonance-guided focused ultrasound surgery (MRgFUS) in the treatment of symptomatic uterine fibroids // Rofo. 2013. Vol. 185. No. 2. P. 136–143. DOI: 10.1055/s-0032-1325512
- 40.** Bing-song Z., Jing Z., Zhi-Yu H. et al. Unplanned pregnancy after ultrasound-guided percutaneous microwave ablation of uterine fibroids: A follow-up study // Sci. Rep. 2016. Vol. 6. P. 18924. DOI: 10.1038/srep18924
- 41.** Li J.S., Wang Y., Chen J.Y., Chen W.Z. Pregnancy outcomes in nulliparous women after ultrasound ablation of uterine fibroids: A single-central retrospective study // Sci. Rep. 2017. Vol. 7. No. 1. P. 3977. DOI: 10.1038/s41598-017-04319-y
- 42.** Zou M., Chen L., Wu C. et al. Pregnancy outcomes in patients with uterine fibroids treated with ultrasound-guided high-intensity focused ultrasound // BJOG. 2017. Vol. 124. No. 3. Suppl. P. 30–35. DOI: 10.1111/1471-0528.14742
- 43.** 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. Vol. 27. No. 1. P. 59–61. DOI: 10.1038/sj.jp.7211624.
- 44.** Hanstede M.M., Tempany C.M., Stewart E.A. Focused ultrasound surgery of intramural leiomyomas may facilitate fertility: a case report // Fertil. Steril. 2007. Vol. 88. P. 497.e5–497.e7. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2006.11.103
- 45.** Morita Y., Ito N., Ohashi H. Pregnancy following MR-guided focused ultrasound surgery for a uterine fibroid // Int. J. Gynaecol. Obstet. 2007. Vol. 99. P. 56–57. DOI: 10.1016/j.ijgo.2007.03.053
- 46.** Zaher S., Lyons D., Regan L. Uncomplicated term vaginal delivery following magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine fibroids // Biomed. Imaging. Interv. J. 2010. Vol. 6. No. 2. P. e28. DOI: 10.2349/biij.6.2.e28
- 47.** Rabinovici J., David M., Fukunishi H. et al.; MRgFUS Study Group. Pregnancy outcome after magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery (MRgFUS) for conservative treatment of uterine fibroids // Fertil. Steril. 2010. Vol. 93. No. 1. P. 199–209. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2008.10.001
- 48.** Yoon S.W., Kim K.A., Kim S.H. et al. Pregnancy and natural delivery following magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound surgery of uterine myomas // Yonsei Med. J. 2010. Vol. 51. P. 451–453. DOI: 10.3349/ymj.2010.51.3.451
- 49.** Назаренко Г.И., Хитрова А.Н., Краснова Т.В., Епишева Т.С. Возможности ультразвуковой абляции миомы матки в повышении репродуктивной функции // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 1. С. 71–76.
- 50.** Bouwsma E.V., Gorny K.R., Hesley G.K. et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for leiomyoma-associated infertility // Fertil. Steril. 2011. Vol. 96. No. 1. P. e9–e12. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2011.04.056
- 51.** Zaher S., Lyons D., Regan L. Successful *in vitro* fertilization pregnancy following magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine fibroids // J. Obstet. Gynaecol. Res. 2011. Vol. 37. No. 4. P. 370–373. DOI: 10.1111/j.1447-0756.2010.01344.x
- 52.** Щедрина И.Д., Мелкозерова О.А., Полянин Д.В. и др. Клинический случай успешной реализации репродуктивной функции после применения МРТ-ФУЗ-абляции миомы матки у пациентки с длительным первичным бесплодием // Лечение и профилактика. 2018. Т. 8. № 2. С. 61–67.
- 53.** Эндометриоз. Клинические рекомендации, 2020. [дата обращения 19.11.2020]. Доступ по ссылке: https://roag-portal.ru/recommendations_gynecology
- 54.** Cheung V.Y.T. Current status of high-intensity focused ultrasound for the management of uterine adenomyosis // Ultrasonography. 2017. Vol. 36. No. 2. P. 95–102. DOI: 10.14366/usg.16040
- 55.** Philip C-A., Warembourg S., Dairien M. et al. Transrectal high-intensity focused ultrasound (HIFU) for management of rectosigmoid deep infiltrating endometriosis: results of Phase-I clinical trial // Ultrasound. Obstet. Gynecol. 2020. Vol. 56. No. 3. P. 431–442. DOI: 10.1002/uog.21937

REFERENCES

- 1.** Lynn JG, Zwemer RL, Chick AJ, Miller AE. A new method for the generation and use of focused ultrasound in experimental biology. *J Gen Physiol.* 1942;26(2):179–193. DOI: 10.1085/jgp.26.2.179
- 2.** Hynynen K, Chung A, Colucci V, et al. Potential adverse effects of high-intensity focused ultrasound exposure on blood vessels *in vivo*. *Ultrasound Med Biol.* 1996;22:193–201. DOI: 10.1016/0301-5629(95)02044-6
- 3.** Vaezy S, Martin R, Kaczowski P, et al. Use of high-intensity focused ultrasound to control bleeding. *J Vasc Surg.* 1999;29(3):533–542. DOI: 10.1016/s0741-5214(99)70282-x
- 4.** Berlim YuD, Dombrovskiy VI, Isaev AYu, et al. HIFU-ablation — long-term treatment results of the uterine fibroids. *Russian electronic journal of radiology.* 2016;6(1):91–106. DOI: 10.18411/a-2016-011. (In Russ.)

5. Politova AK, Kira EF, Kokoreva NI. Using HIFU-ablation in the treatment of patients with hysteromyoma. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical center*. 2015;10(2):69–71. [cited 19 Nov 2020]. Available from: http://www.pirogov-vestnik.ru/upload/uf/77c/magazine_2015_2.pdf
6. Nazarenko GI, Chen VSh, Dzhan L, Khitrova AN. Ul'trazvukovaya ablyatsiya kak vysokotekhnologichnaya organosokhranyayushchaya al'ternativa khirurgicheskogo lecheniya opukholey. Moscow: MTs Banka Rossii; 2008. [cited 19 Nov 2020]. Available from: http://www.oncology.ru/specialist/journal_oncology/archive/0209/018.pdf. (In Russ.)
7. Parker WH. Etiology, symptomatology, and diagnosis of uterine myomas. *Fertil Steril*. 2007;87(4):725–736. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2007.01.093
8. Arakelyan AS. Ispol'zovanie razlichnykh khirurgicheskikh dostupov (laparotomiya, laparoskopiya, vlagalishchnyy) pri radikal'nykh operatsiyakh u bol'nykh miomoy matki bol'shikh razmerov. [dissertation abstract]. Moscow; 2010. [cited 19 Nov 2020]. Available from: <http://medical-diss.com/docreader/482801/a/#?page=1> (In Russ.)
9. Pankratov VV. Vysokie tekhnologii v diagnostike i lechenii dobrokachestvennykh zabelevaniy matki. [dissertation abstract]. Moscow; 2013. [cited 19 Nov 2020]. Available from: <http://medical-diss.com/docreader/360196/a/#?page=1>. (In Russ.)
10. Maksutova DZh. Innovatsionnye metody lecheniya miomy matki. [dissertation]. Moscow; 2009. (In Russ.)
11. Shelygin MS, Guziy NS, Kaplitskaya VS. Specifics of hormonal status in combined dishormonal pathology of the uterus and mammary glands in reproductive age. *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*. 2019;14(2):123–131. DOI: 10.21638/spbu11.2019.204
12. Popov EN, Ajvazyan TA, Aleksandrova LA., et al. Evaluation of functional. morphology of myometrium in women of reproductive age with combined proliferative diseases of the uterus and isolated uterine leiomyoma. *Eastern European Scientific Journal*. 2016;1(5):117–123.
13. Dolinskiy AK. Role of myomectomy in infertility treatment. *Journal of obstetrics and women's diseases*. 2013;62(1):42–47. DOI: 10.17816/JOWD62142-47. (In Russ.)
14. Bezhenar VF, Tsyurdeeva AA, Dolinskiy AK, et al. The experience of a standardized technique of laparoscopic myomectomy. *Journal of obstetrics and women's diseases*. 2012;61(4):23–32. DOI: 10.17816/JOWD61423-32. (In Russ.)
15. Ringold S. FDA approves ultrasound fibroid therapy. *JAMA*. 2004;292(23):2826. DOI: 10.1001/jama.292.23.2826
16. Mioma matki: diagnostika, lechenie i reabilitatsiya. Klinicheskie rekomendatsii (protokol lecheniya) 2015 g. [cited 19 Nov 2020]. Available from: https://rulaws.ru/acts/Pismo-Minzdrava-Rossii-ot-02.10.2015-N-15-4_10_2-5805/ (In Russ.)
17. Yuan J, Mei CS, Panych LP, et al. Towards fast and accurate temperature mapping with proton resonance frequency-based MR thermometry. *Quant Imaging Med Surg*. 2012;2(1):21–32. DOI: 10.3978/j.issn.2223-4292.2012.01.06
18. McDannold N, Tempny C, Jolesz F, Hynynen K. Evaluation of referenceless thermometry in MRI-guided focused ultrasound surgery of uterine fibroids. *J Magn Reson Imaging*. 2008;28(4):1026–1032. DOI: 10.1002/jmri.21506
19. Hindley J, Gedroyc WM, Regan L, et al. MRI guidance of focused ultrasound therapy of uterine fibroids: early results. *Am J Roentgenol*. 2004;183:1713–1719. DOI: 10.2214/ajr.183.6.01831713
20. Munro MG, Critchley HO, Broder MS, Fraser IS; FIGO Working Group on Menstrual Disorders. FIGO classification system (PALM-COEN) for causes of abnormal uterine bleeding in nongravid women of reproductive age. *Int J Gynaecol Obstet*. 2011;113(1):3–13. DOI: 10.1016/j.ijgo.2010.11.011
21. Desai SB, Patil AA, Nikam R, et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound treatment for uterine fibroids: First study in indian women. *J Clin Imaging Sci*. 2012;2:74. DOI: 10.4103/2156-7514.104307
22. Salamadina GE. Organosberegayushchee lechenie miomy matki s ispol'zovaniem sfokusirovannogo ul'trazvuka. *AG-info. Ginekologiya*. 2012;(2):28–34. (In Russ.)
23. Lyadov KV, Sidorova IS, Kurashvili YuB. Distantionnaya neinvazivnaya ablyatsiya tkaney ne invazivnym ul'trazvukom pod kontrol'em magnitno-rezonansnoy tomografii v lechenii miomy matki: Rukovodstvo dlya vrachey. Moscow; 2008. (In Russ.)
24. Nazarenko GI, Krasnova TV, Tonkonogova IV et al. Assessment of efficacy and safety of HIFU-ablation in uterine myoma treatment considering nodes localization. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2016;(1):29–39. (In Russ.)
25. Lebedev VA, Davydov AI, Pashkov VM. Controversial and unsolved treatment and prevention issues of uterine myoma in reproductive age. *Trudnyj Pacient*. 2013;11(8–9):14–19. (In Russ.)
26. Bourdel N, Bonnefoy C, Jardon K, et al. Hysteroscopic myomectomy: recurrence and satisfaction survey at short- and long-term. *J Gynecol Obstet Biol Reprod*. 2011;40(2):116–122. DOI: 10.1016/j.jgygyn.2011.01.003
27. Yoon SW, Cha SH, Ji YG, et al. Magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound surgery for symptomatic uterine fibroids: estimation of treatment efficacy using thermal dose calculations. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2013;169:304–308. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2013.02.023
28. Malysheva YaR, Sosnova EA, Kaptilnyy VA. Effectiveness of treatment of uterine fibroids using focused ultrasound ablation. *Russian electronic journal of radiology*. 2019;9(1):125–130. DOI: 10.21569/22227415201991125130
29. Trumm CG, Stahl R, Clevert DA, 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;48:359–365. DOI: 10.1097/RLI.0b013e3182806904
30. Dobrotwir A, Pun E. Clinical 24 month experience of the first MRgFUS unit for treatment of uterine fibroids in Australia. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2012;56:409–416. DOI: 10.1111/j.1754-9485.2012.02376.x
31. Melkozerova OA, Shchedrina ID, Polyani DV, Mikhelson AA. Efficiency of FUZ-MRI ablation in the pre-operational preparation for laparoscopic myomectomy in reproductive age women. *Ural medical journal*. 2019;5(173):11–16. (In Russ.). DOI: 10.25694/URMJ.2019.05.29
32. Porotikova IE, Adamyan LV, Gavrilova TYu, et al. Surgical treatment of uterine myoma after ineffective UAE and MRGFUS ablation. *Russian Journal of Human Reproduction*. 2016;22(3):45–52. (In Russ.). DOI: 10.17116/repro201622345-52
33. Bohlmann MK, Hoellen F, Humold P, David M. High-intensity focused Ultrasound ablation of uterine fibroids – potential impact on fertility and pregnancy outcome. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2014;74(2):139–145. DOI: 10.1055/s-0033-1360311

- 34.** Popov AA, Fedorov AA, Loginova EA, et al. Better option for fibroids related infertility: in favor of surgery. *Medical alphabet*. 2017;3(23):46–49. (In Russ.)
- 35.** Mioma matki. Klinicheskie rekomendacii. 2020. [cited 19 Nov 2020]. Available from: https://roag-portal.ru/recommendations_gynecology. (In Russ.)
- 36.** 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):584–589. DOI: 10.1002/uog.7455
- 37.** Qin J, Chen JY, Zhao WP, et al. Outcome of unintended pregnancy after ultrasound-guided high-intensity focused ultrasound ablation of uterine fibroids. *Int J Gynaecol Obstet*. 2012;117(3):273–277. DOI: 10.1016/j.ijgo.2012.01.011
- 38.** Nazarenko GI, Krasnova TV, Khitrova AN. High intensity focused ultrasound (HIFU) in submucosal uterine myoma treatment. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2013;(4):41–41. (In Russ.)
- 39.** Kamp JE, David M, Scheurig-Muenkler C, et al. Clinical outcome of magnetic-resonance-guided focused ultrasound surgery (MRgFUS) in the treatment of symptomatic uterine fibroids. *Rofo*. 2013;185(2):136–143. DOI: 10.1055/s-0032-1325512
- 40.** Bing-song Z, Jing Z, Zhi-Yu H et al. Unplanned pregnancy after ultrasound-guided percutaneous microwave ablation of uterine fibroids: A follow-up study. *Sci Rep*. 2016;6:18924. DOI: 10.1038/srep18924
- 41.** Li JS, Wang Y, Chen JY, Chen WZ. Pregnancy outcomes in nulliparous women after ultrasound ablation of uterine fibroids: A single-central retrospective study. *Sci Rep*. 2017;7(1):3977. DOI: 10.1038/s41598-017-04319-y
- 42.** Zou M, Chen L, Wu C et al. Pregnancy outcomes in patients with uterine fibroids treated with ultrasound-guided high-intensity focused ultrasound. *BJOG*. 2017;124(3 suppl.):30–35. DOI: 10.1111/1471-0528.14742
- 43.** Gavriloja-Jordan LP, Rose CH, Traynor KD et al. Successful term pregnancy following MR-guided focused ultrasound treatment of uterine leiomyoma. *J Perinatol*. 2007;27(1):59–61. DOI: 10.1038/sj.jp.7211624
- 44.** Hanstede MM, Tempany CM, Stewart EA. Focused ultrasound surgery of intramural leiomyomas may facilitate fertility: a case report. *Fertil Steril*. 2007;88:497.e5–497.e7. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2006.11.103
- 45.** Morita Y, Ito N, Ohashi H. Pregnancy following MR-guided focused ultrasound surgery for a uterine fibroid. *Int J Gynaecol Obstet*. 2007;99:56–57. DOI: 10.1016/j.ijgo.2007.03.053
- 46.** Zaher S, Lyons D, Regan L. Uncomplicated term vaginal delivery following magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine fibroids. *Biomed Imaging Interv J*. 2010;6(2):e28. DOI: 10.2349/biij.6.2.e28
- 47.** Rabinovici J, David M, Fukunishi H, et al.; MRgFUS Study Group. Pregnancy outcome after magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery (MRgFUS) for conservative treatment of uterine fibroids. *Fertil Steril*. 2010;93(1):199–209. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2008.10.001
- 48.** Yoon SW, Kim KA, Kim SH, et al. Pregnancy and natural delivery following magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound surgery of uterine myomas. *Yonsei Med J*. 2010;51:451–453. DOI: 10.3349/ymj.2010.51.3.451
- 49.** Nazarenko GI, Khitrova AN, Krasnova TV, Episheva TS. The possibilities of uterine myoma ultrasound ablation in the reproductive function increase. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2011;(1):71–76. (In Russ.)
- 50.** Bouwsma EV, Gorny KR, Hesley GK, et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for leiomyoma-associated infertility. *Fertil Steril*. 2011;96(1):e9–e12. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2011.04.056
- 51.** Zaher S, Lyons D, Regan L. Successful in vitro fertilization pregnancy following magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine fibroids. *J Obstet Gynaecol Res*. 2011;37(4):370–373. DOI: 10.1111/j.1447-0756.2010.01344.x
- 52.** Shchedrina ID, Melkozerova OA, Polyanin DV. et al. Case report of successful realization of reproductive function after MRI-FUS ablation of uterine fibroids in a patient with prolonged primary infertility. *Disease Treatment and Prevention*. 2018;8(2):61–67. (In Russ.)
- 53.** Endometrioz. Klinicheskie rekomendacii, 2020. [cited 19 Nov 2020]. Available from: https://roag-portal.ru/recommendations_gynecology. (In Russ.)
- 54.** Cheung VYT. Current status of high-intensity focused ultrasound for the management of uterine adenomyosis. *Ultrasonography*. 2017;36(2):95–102. DOI: 10.14366/usg.16040
- 55.** Philip C-A, Warembourg S, Dairien M, et al. Transrectal high-intensity focused ultrasound (HIFU) for management of rectosigmoid deep infiltrating endometriosis: results of Phase-I clinical trial. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2020;56(3):431–442. DOI: 10.1002/uog.21937

ОБ АВТОРАХ

***Дмитрий Сергеевич Судаков**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5270-0397>;
eLibrary SPIN: 6189-8705; e-mail: suddakovv@yandex.ru

Игорь Павлович Николаенков, канд. мед. наук;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2780-0887>;
eLibrary SPIN: 5571-4620; e-mail: nikolaenkov_igor@mail.ru

Юлия Романовна Дымарская, канд. мед. наук;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6027-6875>;
eLibrary SPIN: 4195-3410; e-mail: julia_dym@mail.ru

Диана Валериевна Бубнова, студент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1470-2700>;
e-mail: diana-solneshka@yandex.ru

AUTHORS INFO

***Dmitriy S. Sudakov**, MD, PhD;
address: 41 Kirochnaya str., Saint Petersburg, 191015, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5270-0397>;
eLibrary SPIN: 6189-8705; e-mail: suddakovv@yandex.ru

Igor P. Nikolayenkov, MD, PhD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2780-0887>;
eLibrary SPIN: 5571-4620; e-mail: nikolaenkov_igor@mail.ru

Yulia R. Dymarskaya, MD, PhD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6027-6875>;
eLibrary SPIN: 4195-3410; e-mail: julia_dym@mail.ru

Diana V. Bubnova, Student;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1470-2700>;
e-mail: diana-solneshka@yandex.ru