

<https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-2-173-190>

СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ АДЕНОМИОЗА ПРИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОТЕРЯХ

А. В. Поморцев*, Ю. В. Грушевская, Т. Б. Макухина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. им. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, 350063, Россия

Аннотация

Цель. Анализ опубликованных данных по проблеме лучевой диагностики аденомиоза у пациенток с репродуктивными проблемами для определения перспективных направлений дальнейшего научного поиска.

Материалы и методы. Поиск и анализ информации, опубликованной в электронных библиографических базах данных E-Library, PubMed и CochraneLibrary по ключевым словам: ультразвуковая диагностика аденомиоза, МРТ аденомиоз, переходная зона аденомиоз, ultrasound adenomyosis, diagnosis adenomyosis, magnetic resonance imaging adenomyosis, adenomyosis junction.

Результаты. Визуализирующие методы являются приоритетными в диагностике начальной степени распространенности аденомиоза. Ценность методик возрастает при анализе причин имплантационных неудач. В статье рассматриваются основные проблемы современной лучевой диагностики и мониторинга аденомиоза на фоне лечения: стандартизация исследований, классификация заболевания, оценка диагностической точности и прогностической ценности методов визуализации у пациенток с репродуктивными потерями и бесплодием.

Заключение. Перспективными направлениями научного поиска являются уточнение оптимальных сроков выполнения исследования, информативности диагностических критериев для 3D-реконструкции, МРТ, эластографии, ангиографии, разработка методов прогноза для вынашивания беременности и мониторинга эффективности лечения.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика аденомиоза, переходная зона, магнитно-резонансная томография

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Поморцев А. В., Грушевская Ю. В., Макухина Т. Б. Спорные вопросы лучевой диагностики аденомиоза при репродуктивных потерях. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019; 26(2): 173–190. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-2-173-190>

Поступила 20.11.2018

Принята после доработки 15.02.2019

Опубликована 25.04.2019

CONTROVERSIAL ISSUES OF RADIOLOGIC DIAGNOSIS OF ADENOMYOSIS IN REPRODUCTIVE LOSSES

Alexey V. Pomortsev*, Yulia V. Grushevskaya, Tatyana B. Makukhina

Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russia

Abstract

Aim. The aim is to analyze the data thus far published on the radiologic diagnosis of adenomyosis in patients with reproductive problems in order to determine promising areas for further scientific research.

Materials and methods. An information search for subsequent analysis was performed using E-Library, PubMed and CochraneLibrary electronic bibliographic databases with the following keywords: “ultrasound diagnosis of adenomyosis”, “MRI adenomyosis”, “junctional zone adenomyosis”, “ultrasound adenomyosis”, “diagnosis adenomyosis”, “magnetic resonance imaging adenomyosis”, “adenomyosis junction”.

Results. Imaging techniques are prioritized in diagnosing the initial incidence of adenomyosis. The value of such techniques increases when analyzing the causes of implantation failures. Key issues associated with the modern radiologic diagnosis and monitoring of adenomyosis during treatment have been considered on the basis of the standardization of studies, classification of the disease, assessment of the diagnostic accuracy and prognostic value of imaging techniques in patients with reproductive losses and infertility.

Conclusion. Promising areas of scientific research are found to be the specification of optimal diagnostic timeframes, informativity of diagnostic criteria for 3D reconstruction, MRI, elastography, angiography, as well as the development of prediction methods for healthy childbearing and monitoring the treatment effectiveness.

Keywords: adenomyosis ultrasound diagnosis, junctional zone, magnetic resonance imaging

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Pomortsev A. V., Grushevskaya Yu. V., Makukhina T. B. Controversial Issues of Radiologic Diagnosis of Adenomyosis in Reproductive Losses. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik*. 2019; 26(2): 173–190. (In Russ., English abstract). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-2-173-190>

Submitted 20.11.2018

Revised 15.02.2019

Published 25.04.2019

Введение

В последние десятилетия возросло количество супружеских пар с бесплодием и ранними репродуктивными потерями. С одной стороны, процесс объясняется изменениями в социальном поведении женщин, откладывающих рождение ребенка на поздний репродуктивный возраст, что ассоциировано с увеличением количества ранних потерь беременности вследствие генетических дефектов эмбриона. С другой стороны, развитие технологий, регистрирующих раннюю беременность, позволило понять, что потери беременности на ранних сроках имеют место гораздо чаще, чем предполагалось ранее. При привыч-

ном невынашивании, как и при бесплодии, пара не получает результат в виде рождения ребенка, что объясняет возросшее число обращений в клиники репродукции на этапе планирования беременности.

В стандарт обследования при планировании беременности и при бесплодии [1] входит ультразвуковое исследование малого таза у женщин для исключения гинекологических заболеваний, влияющих на репродуктивную функцию, включая аденомиоз. При этом в отсутствие клинических жалоб, типичных для этого заболевания, возникает потребность в диагностике начальной степени распространенности адено-

миоза, единственным клиническим проявлением которой может быть нарушение процесса имплантации.

Лучевая диагностика начальных проявлений аденомиоза не стандартизирована. Если обратиться к Федеральным клиническим рекомендациям по ведению больных с эндометриозом 2013 г. [2], то в разделе диагностики аденомиоза отсутствуют однозначные указания на сроки выполнения ультразвукового исследования, а при выявлении отклонений от нормальной эхо-анатомии предлагается классифицировать степень распространенности заболевания по данным ультразвукового исследования согласно клинико-анатомической классификации, которая предусматривает выделение четырех стадий распространения патологического процесса:

I стадия — патологический процесс ограничен подслизистой оболочкой тела матки;

II стадия — патологический процесс переходит на мышечные слои;

III стадия — распространение патологического процесса на всю толщу мышечной оболочки матки до ее серозного покрова;

IV стадия — вовлечение в патологический процесс, помимо матки, париетальной брюшины малого таза и соседних органов.

Однако из курса анатомии известно, что «слизистая оболочка матки (endometrium), срастаясь с мышечной оболочкой, выстилает полость матки **без подслизистого слоя**. Внутренним (подслизистым) является самый тонкий слой миометрия с продольно идущими волокнами» [3].

Таким образом, следует уточнить, что в качестве I стадии следует рассматривать эндометриоидное поражение внутреннего слоя миометрия, либо, как принято в последние годы, переходной зоны. Эта зона состоит из продольных и циркулярных мышечных волокон и лоцируется при УЗИ в виде гипэхогенного ободка (хало) вокруг базального слоя эндометрия [4]. Выделение этой зоны подчеркивает как общность морфологического онтогенетического развития, так и функциональное единство структурных элементов этой зоны, обеспечивающих процесс транспорта и имплантации плодного яйца на ранних стадиях развития.

Согласно одному из многочисленных определений, «аденомиоз — доброкачественное разрастание эндометрия в миометрии, которое микроскопически представляет собой эктопический очаг желез и стромы эндометрия, окруженный гипертрофированным и гиперплазированным миометрием» [5]. По данным Taran F.A. (2013) [6], точ-

ность дооперационной диагностики аденомиоза, основанной только на клинических данных, колеблется от 3 до 26%. Это определяет важность дополнительных методов исследования. Оценка степени распространенности по данным визуализирующих методов основывается на данных морфологии. Морфологическим критерием при определении аденомиоза является инвагинация слизистой тела матки не менее 0,2–0,25 см ниже уровня соединения эндо- и миометрия [7, 8]. Произвольное определение глубины пентрации эндометрия в миометрий при постановке диагноза аденомиоза способствует как увеличению, так и снижению частоты этой патологии, о чем свидетельствует вариабельность частоты выявления аденомиоза (от менее 10% до более чем 50%) при гистерэктомии [9].

Многочисленные ультразвуковые критерии аденомиоза включают признаки, описывающие изменения в пределах эндометрия, например появление в области базального слоя эндометрия небольших гипо- и анэхогенных включений круглой или овальной формы диаметром около 1–2 мм, а также неравномерность толщины базального слоя эндометрия [2]. Поскольку базальный слой эндометрия не относится к эктопической локализации эндометрия, данные признаки в диагностике заболевания представляются спорными.

В англоязычной литературе поражение зоны эндометриального перехода (переходной зоны) за счет инвазии базального слоя эндометрия рассматривается как нулевая степень распространенности аденомиоза и считается фактором риска ранних потерь беременности [10, 11]. Отсутствует общепринятая классификация, применимая ко всем используемым методам визуализации для данной патологии [10]. Данные об информативности инструментальных методов диагностики аденомиоза достаточно противоречивы, что, наряду с отсутствием систематизированных диагностических критериев этого заболевания, вызывает немалые затруднения, особенно при начальной степени поражения [2, 11, 12].

Цель исследования: анализ опубликованных данных по проблеме лучевой диагностики аденомиоза у пациенток с репродуктивными проблемами для определения перспективных направлений дальнейшего научного поиска.

Материалы и методы

Выполнен поиск и анализ информации, опубликованной в электронных библиографических базах данных E-Library, PubMed и CochraneLibrary, по ключевым словам: ультразвуковая диагности-

ка аденомиоза, МРТ аденомиоз, переходная зона аденомиоз, ultrasound adenomyosis, diagnosis adenomyosis, magnetic resonance imaging adenomyosis, adenomyosis junction. Для анализа отбирались работы, содержащие информацию о методах и критериях диагностики аденомиоза. Особое внимание уделялось анализу работ, анализирующих диагностические критерии визуальных методов для начальной степени распространенности аденомиоза.

Результаты и обсуждение

Ультразвуковая диагностика. Время, место, технология, возможности исследования

Повышение разрешающей способности трансвагинальной эхографии (ТВЭ), применение 3D-эхографии (3D-ТВЭ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволило выполнять диагностику аденомиоза методами визуализации без гистологической верификации и четко оценивать переходную зону (ПЗ) [11, 13]. Это положение, с нашей точки зрения, является ключевым, поскольку открывает возможности для неинвазивной диагностики заболевания у пациенток с проблемами репродукции, когда забор биологического материала для морфологического исследования (биопсия миометрия) может негативно влиять на последующую репродуктивную функцию.

Следующим ключевым моментом является понимание того, что аденомиоз в настоящее время рассматривается как одна из основных причин имплантационных неудач у молодых женщин с эндометриозом [14, 15]. Таким образом, это заболевание не следует рассматривать как болезнь преимущественно 4–5 декады жизни женщины. Поиск начальных форм аденомиоза является важной составляющей обследования пациенток с бесплодием и репродуктивными неудачами. Pinzauti S. [16] обнаружила клинические проявления дисменореи и меноррагии без указаний на ятрогенные вмешательства, традиционно считающиеся фактором риска в развитии данного заболевания, у 83% молодых нерожавших пациенток с признаками диффузного аденомиоза по данным эхографии. Brosens I. [17] также отмечает рост обнаружения кистозных форм аденомиоза у молодых пациенток с улучшением разрешающих возможностей УЗ-оборудования. Vepagiano G. [18] подчеркивает, что истинная распространенность аденомиоза у молодых женщин неизвестна. По данным Nagada T. [15], примерно 20% случаев аденомиоза регистрируют у женщин моложе 40 лет. Многочисленными исследованиями подтверждено отрицательное влияние аденомиоза на репродуктивные исходы

[11, 19]. Отмечается более высокая специфичность изменений в эктопическом эндометрии в сравнении с изменениями в миометрии по данным ТВЭ и МРТ [11, 20]. В то же время специалисты, занимающиеся проблемой, подчеркивают наличие по данным методов визуализации большого количества неспецифических изменений в миометрии, не относящихся к аденомиозу, и необходимость разработки строгих диагностических критериев заболевания [11].

Метаанализ, опубликованный в 2010 году, показал, что чувствительность УЗ-метода в диагностике аденомиоза составила 72% (95% CI 65–79%), специфичность — 81% (95% CI 77–85%), предсказательная ценность положительного теста — 3,7 (95% CI 2,1–6,4), а предсказательная ценность отрицательного теста — 0,3 (95% CI 0,1–0,5) [21]. При этом точность диагностики зависит от разрешающей способности оборудования, акустического доступа [22], а также от наличия у пациентки другой патологии. Так, по данным Hanafi M. (2013) [23], диагностическая точность ТВЭ при сочетании миомы и аденомиоза составила 73%, чувствительность 77,78% и специфичность 67,12%, однако в отсутствие миомы, по мнению автора, ТВЭ у пациенток с аденомиозом имеет достаточно высокую чувствительность (84,55%), но низкую специфичность (43,4%). Описаны множественные эхографические признаки аденомиоза, однако они имеют различную диагностическую ценность, и до сих пор не определены минимальные ультразвуковые критерии для диагностики этого заболевания [4, 24]. На точность исследования влияет также и популяция пациенток: у женщин с бесплодием и сниженной фертильностью признаки и диагностические критерии ввиду минимальной распространенности заболевания отличаются от основной массы больных аденомиозом [11].

Согласно рекомендациям экспертов MUSA [4] ультразвуковое исследование описывает признаки аденомиоза, но не классифицирует степень его распространенности. Такой подход объясняется тем, что определение степени распространенности связано с некоторым субъективизмом. Исследования по воспроизводимости в определении степени распространенности аденомиоза отсутствуют. В то же время клиническая манифестация не зависит от морфологической распространенности заболевания.

Доступ

В диагностике аденомиоза предпочтительна ТВЭ [2, 4, 15, 22]. M. Bazot (2002) [25], сравнивая чувствительность, специфичность, положительную и отрицательную прогностическую ценность

трансабдоминальной эхографии (ТАЭ) и ТВЭ, получил, соответственно, 32,5% и 65,0%, 95,0% и 97,5%, 76,4% и 92,8%, 73,8% и 88,8%.

Время выполнения исследования

Согласно рекомендациям экспертов MUSA [4] ультразвуковое исследование для диагностики аденомиоза не содержит указаний на предпочтительные дни МЦ для выполнения исследования.

Единая точка зрения относительно оптимальных сроков проведения ультразвукового исследования при подозрении на аденомиоз отсутствует. По мнению ряда авторов [26, 27, 28], ультразвуковая диагностика аденомиоза более успешна в позднюю секреторную фазу МЦ. Именно эта фаза рекомендована для УЗИ при подозрении на аденомиоз федеральными рекомендациями [2]. Однако проявление большинства УЗ-признаков не зависит от фазы МЦ. Гетеротопии при аденомиозе менее подвержены циклическим изменениям в сравнении с наружным генитальным эндометриозом, так как подобны базальному слою эндометрия и слабо реагируют на изменения уровня половых стероидов [9]. Согласно данным Буланова М. Н. [22] гетерогенность эхоструктуры миометрия — единственный признак, более выраженный накануне менструации, имеет информационный вес в 1 балл по шкале, разработанной автором для УЗ-диагностики аденомиоза. Специфичность этого признака, по данным M. Bazot (2002) [25], колеблется от 50 до 30% в зависимости от доступа. Не отмечено достоверных изменений объема тела матки между фазами МЦ по данным биометрии у больных аденомиозом, а также достоверных изменений в показателях гемодинамики матки (МСК, ИР, ПИ, индексе васкуляризации, васкуляризации-потокового индекса) [29]. Федеральные клинические рекомендации [2] указывают на необходимость уточняющей УЗ-диагностики аденомиоза в первой фазе менструального цикла. При однократном УЗИ (особенно во 2-й фазе МЦ) и выявлении одного из критериев аденомиоза может иметь место гипердиагностика заболевания [30]. Целесообразность исследования для уточнения диагноза аденомиоза в пролиферативной фазе менструального цикла обусловлена тем, что в секреторной фазе высока вероятность ошибки в связи с высокой васкуляризацией эндометрия [31, 32].

При необходимости дифференцировать диффузную/очаговую формы заболевания от других диффузных процессов (прежде всего от воспаления) следует выбрать раннюю пролиферативную фазу цикла. При этом, с одной стороны, в эти дни цикла мы имеем максимальную выражен-

ность признаков, характерных для эндометрита (при его наличии) [22, 32], с другой стороны, минимален риск ошибки, связанной с васкуляризацией эндометрия в секреторной фазе менструального цикла [31].

Ультразвуковые признаки аденомиоза в В-режиме

К общепринятым критериям аденомиоза относят: увеличение размеров матки (преимущественно за счет передне-заднего размера), асимметрию в толщине стенок, наличие гиперэхогенных участков, а также кистозных включений, эхогенной исчерченности в субэндометрии, нечеткости контуров полости матки с расширением переходной зоны [15, 20, 33, 34, 35]. При этом наибольшей специфичностью обладают шаровидная форма матки, кистозные полости в миометрии, линейная исчерченность субэндометрия [33]. Самый специфичный критерий, по данным M. Bazot, E. Darai (2002) [25], — это миометриальные кисты: 100% при ТАЭ и 97,5% при ТВЭ.

Буланов М. Н. [22] предлагает разделить ультразвуковые диагностические критерии аденомиоза на 4 группы: 1) биометрия матки; 2) эхоструктура эндометрия и полости матки; 3) эхоструктура миометрия; 4) маточная гемодинамика.

Из особенностей биометрии матки автор указывает на «диффузное» увеличение матки, округлую форму, асимметрию толщины стенок. Однако исследование Лобанова К. А. (2017) [32] показало, что такие классические признаки аденомиоза, как асимметрия в толщине стенок и шаровидная форма матки, не являются специфичными для данного заболевания, а только указывают на наличие патологии миометрия. Эхоструктуру эндометрия отличают зазубренность проекции базального слоя, нечеткость наружного контура эндометрия, кистозные включения в проекции базального слоя эндометрия, гипозоногенный валик вокруг эндометрия, дугообразная деформация полости матки. Характеризуя эхоструктуру миометрия при аденомиозе, Буланов М. Н. (2012) [22] описывает эхогенные «борозды» от базального слоя эндометрия в миометрии, эхогенные очаги, кисты миометрия, изменение эхогенности миометрия, признак «вертикальных полос», гетерогенность эхотекстуры миометрия (признак более выражен в поздней секреторной фазе МЦ).

Возможности оценки переходной зоны методом эхографии

Изменения внутреннего слоя миометрия в области переходной зоны указывают на наличие аде-

номиоза. Эти изменения при отсутствии других признаков рассматриваются как нулевая стадия, микротравматизация места соединения эндометрия и миометрия, что приводит к развитию аденомиоза [11]. Champaneria R. (2010) и Gordts S. (2008) [10, 11] предлагают рассматривать как критерий изменений ПЗ максимальную толщину от 8 до 12 мм и классифицировать это как гиперплазию либо нулевую стадию аденомиоза.

Морфологические изменения мышечного слоя разнообразны и варьируются от отдельных участков утолщения ПЗ до массивной гиперплазии и фиброза, что может нарушать контуры полости матки, влиять на сократительную способность миометрия [36]. Нарушения перистальтики, маточных сокращений и способности к зачатию могут быть объяснены с позиции морфологических изменений [36], однако на данном этапе не достигнут консенсус по единой классификации степени распространенности, основанной на методах визуализации [4, 10]. Фертильные женщины, как правило, имеют ровную и тонкую ПЗ (средняя толщина ПЗ 5,2 мм). По данным обследования 82 пациенток спустя 6–12 месяцев после первых родов ни у одной не было обнаружено признаков аденомиоза по данным 3D-ТВЭ, и только у 12% максимальная толщина ПЗ составляла от 8 до 12 мм [37]. Оценка ПЗ должна рассматриваться как метод поиска аденомиоза прежде всего в группе пациенток со сниженной фертильностью, повторными выкидышами и повторными неудачами в циклах ВРТ. Толщина ПЗ была достоверно выше в группе пациенток с повторными выкидышами в сравнении с группой контроля ($5,8 \pm 0,7$ против $5,0 \pm 1,1$ мм) [38]. Наличие инфильтрации ассоциировано с распространением заболевания [39]. Мышечная перистальтика ПЗ является важным фактором, обеспечивающим транспорт сперматозоидов и ооцитов. Этот процесс является гормонально зависимым и может наблюдаться в ходе ультразвукового исследования [40]. Изменения мышечного слоя ПЗ повышают перистальтическую активность [41]. Нарушение перистальтики имеет место при диффузном аденомиозе, эндометриозе и утолщении ПЗ [41]. Утолщение миометрия связано с утолщением ПЗ и неблагоприятно влияет на фертильность. Доказана сниженная частота беременности у женщин с аденомиозом в сравнении с женщинами без данного заболевания [42].

Трехмерная реконструкция

Трехмерная реконструкция расширила возможности ультразвуковой диагностики аденомиоза. Cho H. (2013) [43] обнаружил высокую воспроизводимость в измерении объема тела матки

между 2D и 3D-методами. Трехмерный метод позволяет оценить толщину, структуру и архитектуру ПЗ, которая в первую очередь поражается при аденомиозе. У части пациенток переходная зона различима при эхографии в двухмерном режиме. Благодаря трехмерной постобработке изображения можно использовать дополнительные возможности приборов (например, ультразвуковую томографию, Volume Contrast Imaging). 3D-реконструкция с построением коронарного среза повышает воспроизводимость измерений переходной зоны между разными исследователями [44, 45]. Эффективность 3D-ТВЭ оказалась выше в диагностике аденомиоза, чем стандартная 2D-ТВЭ [44]. Для уверенной диагностики необходимо сочетание не менее трех диагностических критериев, при этом всегда следует выполнять поиск зон гетеротопического эндометрия [11, 34, 46].

Согласно ретроспективным данным Exacoustos C. [47], чувствительность и специфичность 3D-ТВЭ для диагностики аденомиоза составила 88,8% и 69,4% соответственно (верификация при гистерозктомии). Авторы выполняли 3D-ТВЭ в режиме VCI plane с реконструкцией полости матки в коронарном сечении с томографическими срезами от 2 до 10 мм и с использованием опции Omni View в мультипланарном режиме. В то же время у пациенток, получавших медикаментозную терапию либо подвергавшихся абляции эндометрия, изображение переходной зоны меняется, что снижает диагностическую точность метода до неприемлемого уровня [48]. Кроме того, авторы обнаружили изменения этой зоны у пациенток с наружным генитальным эндометриозом [49], однако частота распространенности этого признака у пациенток без аденомиоза не изучена.

Ahmed A. I. [50] сообщает о положительной прогностической ценности прерывистой, нечеткой переходной зоны в коронарном срезе тела матки для диагностики аденомиоза, равной 95,2%, точность составила 80%. Leone F. P. G. [51] на серии из 17 пациенток показал 100% точность диагностики диффузного аденомиоза методом мультипланарной трехмерной эхографии с технологией Volume Contrast Imaging (VCI).

При сочетании хотя бы двух из признаков: толщины ПЗ 8 мм и более, наличия асимметрии в толщине стенок матки и гипоехогенной исчерченности по данным 3D-ТВЭ точность диагностики аденомиоза составила 90% (чувствительность 92%; специфичность 83%; предсказательная ценность положительного теста 99%; предсказательная ценность отрицательного теста 71%) [48].

Трехмерная ангиография

Дополнительные возможности дает объемная реконструкция сосудистого русла матки. Ahmed A. I. [50] отмечал изменения в васкуляризации и типе распределения сосудов при применении трехмерной ангиографии у пациенток с аденомиозом. Озерская И. А. (2014) [29] обнаружила снижение индекса васкуляризации, рассчитанного с помощью технологии VOCAL у больных аденомиозом. Однако индексы васкуляризации, полученные на машинах различных производителей, отличаются, их воспроизводимость требует изучения [52]. Число цветовых локусов зависит от настройки ультразвукового сканера, а также от расстояния исследуемого образования от датчика (следует учитывать глубину сканирования и угол) [53]. Кроме того, возможна зависимость параметров исследования от частоты сердечных сокращений [54]. Внедрение в широкую клиническую практику данного метода преждевременно.

Относительно возможностей ЦДК в диагностике диффузной формы аденомиоза в двухмерном режиме мнения специалистов неоднозначны. Озерская И. А. (2005) [26] полагает, что в связи с отсутствием условий для ангиогенеза не отмечаются изменения в регистрации количества сосудов миометрия по сравнению с нормативной частотой визуализации. При этом тот же автор [27] отмечает, что в пролиферативной фазе менструального цикла базальные артерии у больных аденомиозом регистрируются реже, чем у здоровых. Еще в 2001 году С. Купешич и А. Курьяк [55] регистрировали усиление васкуляризации и умеренное сосудистое сопротивление в очагах эндометриоза. Усиление васкуляризации миометрия при аденомиозе, сочетающемся с гиперплазией эндометрия, обнаружено также Макухиной Т. Б. [30]. Данные, полученные при эхографии, подтверждаются морфологическими исследованиями, обнаружившими в функционирующих гетеротопиях усиление пролиферации и неоангиогенез [56, 57, 58]. Согласно Федеральным рекомендациям [2] «неоангиогенез — ключевое звено в формировании и развитии различных форм эндометриоза, поскольку васкуляризация эндометриоидных имплантов является одним из наиболее важных факторов их инвазии в окружающую ткань». Развитие тканевой гипоксии организм компенсирует за счет повышения кровенаполнения сосудистого русла. По мере прогрессирования процесса степень полнокровия нарастает, а также развивается диффузный фиброз стромы миометрия [59]. В то же время Озерская И. А. [29], используя методику трехмерной ангиографии, выяви-

ла достоверное снижение индекса васкуляризации у пациенток с аденомиозом в сравнении с контролем, независимо от фазы менструального цикла. В работе Xavier P. (2005) [60] описано усиление васкуляризации эндометрия и параэндометриальной области в позднюю секреторную фазу менструального цикла в сравнении с нормой. Озерская И. А. [29] обнаружила обратную закономерность: в ее группе наблюдений васкуляризация эндометрия у пациенток с аденомиозом была достоверно ниже, чем у здоровых, и в пролиферативной, и в секреторной фазах менструального цикла.

Спектральная доплерометрия

При спектральной доплерометрии артериального русла при аденомиозе определяется повышение периферического сосудистого сопротивления в маточных, аркуатных, радиальных артериях [22, 30]. При этом отмечена зависимость повышения угол-независимых индексов от степени распространенности заболевания [30, 61]. Озерская И. А. [29] не обнаружила достоверных различий показателей сосудистой резистентности в маточных артериях при сравнении пациенток с аденомиозом и здоровых женщин с учетом фазы менструального цикла. В данном исследовании пациентки не были дифференцированы по степени распространенности и выраженности клинических проявлений заболевания. Этот же автор [27] приводит данные о достоверных различиях ИР (индекса резистентности) между больными аденомиозом и здоровыми на уровне радиальных артерий и базальных артерий и об отсутствии различий на уровне аркуатных и маточных артерий.

Дифференциальная диагностика

При дифференциальной диагностике аденомиоза и других диффузных процессов в миометрии следует учитывать, что ряд сходных ультразвуковых признаков, имеющих место у пациенток с хроническим эндометритом, более выражены именно в пролиферативной фазе менструального цикла (неравномерное расширение полости матки, неравномерное повышение эхогенности эндометрия, включения повышенной и пониженной эхогенности в базальном слое, утолщение эндометрия, васкуляризация эндометрия и субэндометриальной зоны) [22, 26, 27, 32]. В работе Озерской И. А. [27] приводятся данные о том, что при анализе эхографических признаков эндометрита при повторных ультразвуковых исследованиях пациенток в ходе лечения при длительном наблюдении они совпадали только в 40% случаев. Использование ЦДК в дифференциальной диагностике обнаружило диффузное усиление васкуляризации в зонах неоднородной эхотек-

стуры у больных аденомиозом в сравнении как со здоровыми пациентками, так и с пациентками с эндометритом [62]. Авторы связали этот феномен с усиленным ангиогенезом в зонах гетеротопий. Однако Буланов М.Н. [22] при проведении доплерографии не нашел специфических признаков хронического эндометрита. При этом Озерская И.А. [26] указывает, что при хроническом эндометрите отмечается васкуляризация эндометрия и субэндометриальной зоны, что лучше выявляется при исследовании в первой фазе менструального цикла, когда нормой считается аваскулярный эндометрий и единичные отражения от базальных артерий. В более поздней работе автор Озерская И.А. [27] отмечает смешанный характер васкуляризации при эндометрите (артериальный и венозный). При этом количественные признаки артериальной резистентности соответствуют нормативным параметрам [27]. Автор отмечает вариабельность скоростных показателей кровотока в зависимости от фазы воспалительного процесса и указывает, что необходимы дальнейшие исследования для проведения клинико-морфологических и эхографических корреляций.

Возможности выявления аденомиоза при наличии множественной миомы матки снижаются. Сочетание миомы матки с аденомиозом диагностируется в 49–85% наблюдений [20]. В дифференциальной диагностике миомы и узловой формы аденомиоза используют: показатель эхогенности узла (при миоме ниже, при аденомиозе выше), контуры образования (при миоме четкие, при аденомиозе размытые вследствие отсутствия соединительнотканной капсулы). Интранодулярные кисты определяются при обоих заболеваниях. Но при миоме — это расширенные сосуды либо участки дегенерации, а при аденомиозе — эндометриоидные полости. Важное значение для дифференциальной диагностики узловой формы аденомиоза и миомы матки имеет режим цветового/энергетического доплеровского картирования. При аденомиозе типичен диффузный тип васкуляризации в отличие от миомы, для которой характерен огибающий ход сосудов миометрия со сниженным сосудистым сопротивлением по данным доплерометрии [4, 22, 63]. Этот феномен объясняет гиперэстрогению, следствием которой является дилатация сосудов матки. Для миомы типичен преимущественно периферический тип васкуляризации узлов; наличие кровеносных сосудов в центральной части лейомиомы обычно сопровождается некротическими, дегенеративными или воспалительными изменениями в узле. При доплерометрии в сосудах центральной зоны миоматозного узла, как правило, регистрируются более низкие зна-

чения сосудистой резистентности, чем в огибающих периферических сосудах, в связи с разным характером их происхождения. Недостатком критерия оценки внутриопухолевого кровотока является зависимость от чувствительности сканера, настроек прибора, особенностей звукопроводимости тканей пациентки и др. [22].

Контрастная эхогистероскопия

Соногистерографию для диагностики аденомиоза используют многие авторы [22, 26, 64, 65, 66, 67]. Озерская И.А. [26] обращает внимание на необходимость применения гиперэхогенных контрастов (Эховист-200), что позволяет выявлять аденомиоз I степени распространенности. По данным Momtaz M. [65], чувствительность и специфичность рутинной эхографии в диагностике аденомиоза составили 87,5% и 70% ретроспективно и повышались до 92,5% и 78% соответственно при использовании контрастирования. Однако для контрастирования узких свищевых ходов необходимо создание достаточно высокого внутриматочного давления контраста [68]. Becker E. Jetal [69] при сравнении чувствительности ТВЭ в выявлении субмукозной миомы матки и аденомиоза (100% и 70% для ТВЭ; 100% и 90% соответственно для эхогистерографии) пришли к выводу, что эхогистерография дает дополнительную информацию к ТВЭ у пациенток с подозрением на миому матки, особенно перед хирургической или консервативной терапией. Serafini G. [70] отмечает повышение диагностической точности при использовании комбинации ЦДК и контрастной эхогистероскопии в сравнении со серошкальным режимом, особенно при дифференциальной диагностике миомы и аденомиоза.

Эластография

В последние годы появились работы, изучающие возможности эластографии в диагностике аденомиоза [71–78]. Митьков В.В. [74] для оценки жесткости миометрия у пациенток с аденомиозом использовал методику эластографии сдвиговой волны (Shear Wave Elastography), которая не зависит от степени компрессии тканей датчиком. Полученные данные ретроспективно сопоставлялись с результатами морфологического исследования операционного материала и данными гистероскопии с отдельным диагностическим выскабливанием. Точность диагностики аденомиоза методом эластографии составила 88,6%, чувствительность — 94,1%, специфичность — 85%, предсказательная ценность положительного теста — 80%, отрицательного теста — 95,8%. В исследовании Stoelinga B. [77] использовалась техника компрессионной эла-

стографии. При этом на изображение в серош-кальном режиме накладываются изменения вследствие деформации тканей давлением датчика, которые кодируются цветами. Авторами обнаружены различия в цветовой кодировке здоровых тканей, миомы матки и аденомиоза. При этом уровень согласия (каппа коэффициент) между эластографией и МРТ для аденомиоза составил 0,81 (отличный), для эластографии и гистологического исследования — 0,64 (хороший). Авторы обращают внимание на то, что данная методика не стандартизована для сканеров различных производителей и требует дальнейшего изучения.

МРТ-диагностика

Хотя в работах последних лет отмечено, что толщина ПЗ меняется в течение менструального цикла [15, 79], тем не менее в рекомендациях по МРТ-диагностике аденомиоза нет указания на предпочтительные дни менструального цикла для исследования. Серийные МРТ-сканы в течение менструального цикла обнаружили утолщение ПЗ с ранней пролиферативной к секреторной фазе цикла [39, 49]. Данные об ультразвуковых особенностях ПЗ в динамике менструального цикла к настоящему времени не опубликованы.

Основным критерием МРТ-диагноза аденомиоза является оценка ПЗ. Аденомиоз высоко вероятен при толщине ПЗ не менее 12 мм по данным МРТ [20, 34], но другие исследователи определяют пороговое значение толщины ПЗ в 10 мм [11, 80]. В проспективном исследовании 152 пациенток, которым МРТ выполнялось перед ЭКО [81], увеличение толщины ПЗ достоверно коррелирует с имплантационными неудачами. Частота беременностей в группе пациенток, у которых средняя толщина ПЗ не превышала 7 мм, составила 63% против 26% в группе с более высоким показателем. При пороговом значении максимальной толщины ПЗ в 10 мм частота беременностей в группе с меньшей толщиной составила 63% против 14% в группе с толщиной ПЗ более 10 мм. Потери беременности на этапе имплантации имели место у 96% пациенток со средней толщиной ПЗ более 7 мм и максимальной толщиной более 10 мм против 38% у пациенток других групп. Таким образом, при толщине ПЗ менее 12 мм риск имплантационных неудач повышен, но данные исследования требуют продолжения.

Согласно данным авторов [34, 80], МРТ и ТВЭ имеют равные возможности в диагностике аденомиоза, но МРТ превосходит ТВЭ в специфичности, что позволяет с большей степенью вероятности исключить диагноз у здоровых пациенток (чувствительность: МРТ — 0,70 (0,46–0,87);

ТВЭ — 0,68 (0,44–0,6) ($P=0,66$); специфичность: МРТ — 0,86 (0,76–0,93); ТВЭ — 0,65 (0,50–0,77) ($P=0,03$). Сочетание ТВЭ и МРТ повышает чувствительность диагностики аденомиоза, но имеет более низкую специфичность. Для уточнения диагноза используют разницу в толщине ПЗ по данным МРТ.

Клинические исследования подтверждают связь имплантационных потерь, ранних потерь беременности, преждевременных родов с аденомиозом. Гиперплазия ПЗ (или нулевая стадия аденомиоза) может снижать вероятность имплантации, но доказательная база для данного утверждения на настоящий момент недостаточна, поскольку в доступном информационном поле представлены разнородные исследования с недостаточным уровнем убедительности доказательств. De Souza N.M. et al. [82] указывали на частое сочетание гиперплазии миометрия (54%) изменений в ПЗ у субфертильных пациенток с жалобами на меноррагии и дисменорею. Требуется дальнейшее изучение данной проблемы [11, 15].

Gordts S. et al. [10] предложили классификацию аденомиоза: простая гиперплазия ПЗ (толщина ПЗ >8 мм, но <12 мм на T2-взвешенном изображении у женщин не старше 35 лет), очаговый или диффузный аденомиоз (толщина >12 мм; сигналы высокой интенсивности в миометрии; вовлечение <1/3, <2/3 и >2/3 миометрия), аденомиома (миометральное образование с нечеткими контурами с низкой интенсивностью сигнала на всех МРТ-последовательностях).

В настоящее время общепринята точка зрения, что диагноз «аденомиоз» высоко вероятен при толщине ПЗ более 12 мм, однако примерно у 20% пациенток репродуктивного возраста не удается дифференцировать ПЗ по данным МРТ [83]. Диагноз также весьма вероятен при толщине ПЗ от 8 до 12 мм либо локальных утолщениях ПЗ, нечетких контурах ПЗ, появлении сигналов высокой интенсивности на T2- или T1-взвешенных изображениях [15].

Дисфункция переходной зоны и исходы беременностей

Chiang C.H. и Chang M.Y. [15] предположили наличие связи между частотой самоабортов и дисфункцией ПЗ у бесплодных пациенток, вступивших в программу ЭКО. По мнению авторов, частота спонтанных абортов выше у пациенток с диффузным увеличением матки без определяемых очаговых образований в миометрии в сравнении с пациентками с нормальными размерами матки. Однако разница в частоте наступления беременностей между этими группами была недостоверна. Piver P. et al. [85] под-

твердили, что МРТ-исследование толщины ПЗ имеет высокую прогностическую ценность отрицательного теста в прогнозе имплантационных потерь, в этой работе была выявлена положительная корреляция между утолщением ПЗ и частотой потерь беременности на этапе имплантации. Риск имплантационных потерь выше при пороговом значении толщины ПЗ 7 мм [15, 81]. Как возможные механизмы имплантационных неудач рассматриваются нарушения утеро-губарного транспорта при нарушении маточной перистальтики вследствие изменений ПЗ [15, 86]. Эта тема требует дальнейшего изучения в исследованиях остаточной статистической мощности.

Визуализирующие методы используются для оценки изменений на фоне консервативной терапии аденомиоза

Итаока I. (2002) [87] методом МРТ обнаружил уменьшение толщины переходной зоны при лечении аденомиоза агонистами рилизингов гонадотропных гормонов в течение 6 месяцев. Shaaban O.M. (2015) [88] выявил уменьшение объема тела матки и повышение сосудистой резистентности у больных аденомиозом, получав-

ших лечение КОК либо использовавших внутриматочную спираль с левоноргестрелом в течение 6 месяцев. Ряд авторов [32, 89, 90] использовали ЦДК для прогноза эффективности стероидной терапии аденомиоза. Как прогностически благоприятный результат рассматривалось уменьшение степени васкуляризации миометрия методом подсчета цветковых локусов на единицу площади при стандартных предустановках прибора не менее чем на 45% за 3 месяца лечения. Однако публикации по данному разделу носят единичный характер.

Заключение

Визуализирующие методы являются приоритетными в диагностике аденомиоза, включая начальную степень распространенности. Ценность методик возрастает при анализе причин имплантационных неудач. Перспективными направлениями научного поиска являются уточнение оптимальных сроков выполнения исследования, информативности диагностических критериев для 3D-реконструкции, МРТ, эластография, ангиография, разработка методов прогноза для вынашивания беременности и мониторинга эффективности лечения.

Список литературы

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 30 августа 2012 г. № 107н «О порядке использования вспомогательных репродуктивных технологий, противопоказаниях и ограничениях к их применению». Министерство здравоохранения Российской Федерации; 2012 [обновлено 22.01.2014]. Доступно: https://static-1.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/018/618/original/VRT_poryadok.PDF?1390392973
2. Адамян Л.В., Андреева Е.Н., Аполихина И.А., Берженарь В.Ф., Геворкян М.А., Гус А.И., Демидов В.Н., Калинина Е.А., Леваков С.А., Марченко Л.А., Попов А.А., Сонова М.М., Хашукоева А.З., Чернуха Г.Е., Яроцкая Е.Л. *Эндометриоз: диагностика, лечение и реабилитация*. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных. М.; 2013: 65.
3. Синельников Р.Д. *Атлас анатомии человека*. В 3 т. Т. 2.: *Учение о внутренних органах и сосудах*. М.: Медицина; 1966: 471.
4. Van den Bosch T., Dueholm M., Leone F.P. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of myometrium and uterine masses: a consensus opinion from the Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46(3): 284–298. DOI: 10.1002/uog.14806
5. Benagiano G., Brosens I., Lippi D. The History of Endometriosis. *Gynecol. Obstet. Invest.* 2014; 78(1): 1–9. DOI: 10.1159/000358919
6. Taran F., Stewart E., Brucker S. Adenomyosis: Epidemiology, Risk Factors, Clinical Phenotype and Surgical and Interventional Alternatives to Hysterectomy. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2013; 73(9): 924–931. DOI: 10.1055/s-0033-1350840
7. Zaloudek C.J., Norris H.J. *Mesenchymal tumors of the uterus*. In: Kurman R.J., Hedrick E., Lora R., Brigitte M., editors. *Blaunstein's Pathology of the Female Genital Tract*. 1987; 374–402. DOI: 10.1007/978-1-4757-1942-0_13
8. Uduwela A.S., Perera M.A.K., Aiqing Li, Fraser I.S. Endometrial-Myometrial Interface: Relationship to Adenomyosis and Changes in Pregnancy. *Obstet. Gynecol. Surv.* 2000; 55(6): 390–400. DOI: 10.1097/00006254-200006000-00025
9. Mehassab K.M., Habiba M.A. Adenomyosis uteri: an update. *Obstet. Gynaecol.* 2009; 11(1): 41–47. DOI: 10.1576/toag.11.1.41.27467
10. Gordts S., Brosens J.J., Fusi L., Benagiano G., Brosens I. Uterine adenomyosis: a need for uniform terminology and consensus classification. *Reprod. BioMed. Online.* 2008; 17(2): 244–248. DOI: 10.1016/s1472-6483(10)60201-5
11. Dueholm M. Uterine adenomyosis and infertility, review of reproductive outcome after in vitro fertilization and surgery. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2017; 96(6): 715–726. DOI: 10.1111/aogs.13158
12. Гаврилова Т.Ю. *Аденомиоз: патогенез, диагностика, лечение, методы реабилитации*: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2007: 43.

13. Younes G., Tulandi T. Effects of adenomyosis on in vitro fertilization treatment outcomes a meta-analysis. *Fertil. Steril.* 2017; 108(3): 483–490. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2017.06.025
14. Vercellini P., Consonni D., Barbara G., Buggio L., Frattaruolo M. P., Somigliana E. Adenomyosis and reproductive performance after surgery for rectovaginal and colorectal endometriosis a systematic review and meta-analysis. *Reprod. BioMed. Online.* 2014; 28(6): 704–713. DOI: 10.1016/j.rbmo.2014.02.006
15. Harada T., Yin Mon Khine, Kaponis A., Nikellis T., Decavalas G., Tanigushi F. The impact of Adenomyosis on Womens Fertility. *Obstet. Gynecol. Surv.* 2016; 71(9): 557–568. DOI: 10.1097/ogx.0000000000000346
16. Pinzauti S., Lazzeri L., Tosti C., Centini G., Orlandini C., Luisi S., Zupi E., Exacoustos C., Petraglia F. Transvaginal sonographic features of diffuse adenomyosis in 18–30-year-old nulligravid women without endometriosis: association with symptoms. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46(6): 730–736. DOI: 10.1002/uog.14834
17. Brosens I., Gordts S., Habiba M., Benagiano G. Uterine Cystic Adenomyosis: A disease of younger women. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* 2015; 28(6): 420–426. DOI: 10.1016/j.jpog.2014.05.008
18. Benagiano G., Brosens I., Habiba M. Adenomyosis: a life-cycle approach. *Reprod. BioMed. Online.* 2015; 30(3): 220–232. DOI: 10.1016/j.rbmo.2014.11.005
19. Naftalin J., Hoo W., Pateman K., Mavrelou D., Foo X., Jurkovic D. Is adenomyosis associated with menorrhagia? *Hum. Reprod.* 2014; 29(3): 473–479. DOI: 10.1093/humrep/det451
20. Bazot M., Cortez A., Darai E., Rouger J., Chopier J., Antoine J. M., Uzan S. Ultrasonography compared with magnetic resonance imaging for the diagnosis of adenomyosis: correlation with histopathology. *Hum. Reprod.* 2001; 16(11): 2427–2433. DOI: 10.1093/humrep/16.11.2427
21. Champaneria R., Abedin P., Daniels J., Balogun M., Khan Khalid S. Ultrasound scan and magnetic resonance imaging for the diagnosis of adenomyosis: systematic review comparing test accuracy. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2010; 89(11): 1374–1384. DOI: 10.3109/00016349.2010.512061
22. Буланов М. Н. *Ультразвуковая гинекология*. В 2 ч. Ч. 1.: *Ультразвуковая гинекология*. М.: Видар-М; 2012: 560.
23. Hanafi M. Ultrasound diagnosis of adenomyosis, leiomyoma, or combined with histopathological correlation. *J. Hum. Reprod. Sci.* 2013; 6(3): 189–193. DOI: 10.4103/0974-1208.121421
24. Donato N. di, Bertoldo V., Montanari G., Zannoni L., Caprara G., Seracchioli R. Question mark form of uterus: a simple sonographic sign associated with the presence of adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46(1): 124–127. DOI: 10.1002/uog.14750
25. Bazot M., Darai E., Rouger J., R. Detchev, Cortez A., Uzan S. Limitations of transvaginal sonography for the diagnosis of adenomyosis, with histopathological correlation. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2002; 20(6): 605–611. DOI: 10.1046/j.1469-0705.2002.00852.x
26. Озерская И. А. *Эхография в гинекологии*. М.: Медика; 2005: 292.
27. Озерская И. А. *Эхография в гинекологии*. 2-е изд. М.: Видар-М; 2013: 564.
28. Геворкян Э. Г., Тохунц К. А. Значение трехмерной сонографии в определении вариантов внутреннего эндометриоза тела матки. *Медицинская наука Армении*. 2013; 53(3): 123–129. Доступно: <http://medsci.asj-oa.am/id/eprint/5906>
29. Озерская И. А., Щеглова Е. А., Белоусов М. А., Сиротинкина Е. В., Долгова Е. П., Девицкий А. А. Оценка гемодинамики матки у больных с внутренним эндометриозом. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2014; 1: 37–46.
30. Макухина Т. Б. *Клинико-эхографическая диагностика внутреннего эндометриоза тела матки*: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Краснодар, 2004: 20. Доступно: <http://www.dissercat.com/content/kliniko-ekhograficheskaya-diagnostika-vnutrennego-endometrioza-tela-matki>
31. Sharma K., Bora M. K., Venkatesh B. P., Barman P., Roy S. K., Jayagurunathan U., Sellamuthu E., Moide F. Role of 3D ultrasound and doppler in differentiating clinically suspected cases of leiomyoma and adenomyosis of uterus. *J. Clin. Diagn. Res.* 2015; 9(4): 8–12. DOI: 10.7860/jcdr/2015/12240.5846
32. Лобанов К. А. *Эхографическая диагностика эффективности консервативного лечения внутреннего эндометриоза тела матки*: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Краснодар, 2017: 22. Доступно: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01006658310#?page=1>
33. Кепкер К., Tuncay Y. A., Goynumer G., Tatal E. Transvaginal sonography in the diagnosis of adenomyosis: which findings are most accurate? *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2007; 30(3): 341–345. DOI: 10.1002/uog.3985
34. Dueholm M., Lundorf E., Hansen E. S., Sorensen J. S., Ledertoug S., Olesen F. Magnetic resonance imaging and transvaginal ultrasonography for the diagnosis of adenomyosis. *Fertil. Steril.* 2001; 76(3): 588–594. DOI: 10.1016/s0015-0282(01)01962-8
35. Sakhel K., Abuhamad A. Sonography of Adenomyosis. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31(5): 805–808. DOI: 10.7863/jum.2012.31.5.805
36. Puente J. M., Fabris A., Patel J., Patel A., Cerrillo M., Requena A., Garcia-Velasco J. A. Adenomyosis in infertile women: prevalence and the role of 3D ultrasound as a marker of severity of the disease. *Reprod. Biol. Endocrin.* 2016; 14(1). DOI: 10.1186/s12958-016-0185-6
37. Rasmussen C. K., Glavind J., Madsen L. D., Uldbjerg N., Dueholm M. Repeatability of junctional zone measurements using 3-dimensional transvaginal so-

- nography in healthy fertile women. *J. Ultrasound Med.* 2016; 35(7): 1497–1508. DOI: 10.7863/ultra.15.06086
38. Lazzarin N., Exacoustos C., Vaquero E., de Felice G., Manfellotto D., Zupi E. Uterine junctional zone at three-dimensional transvaginal ultrasonography in patients with recurrent miscarriage: a new diagnostic tool? *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2014; 174: 128–132. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2013.12.014
 39. Larsen S.B., Lundorf E., Forman A., Dueholm M. Adenomyosis and junctional zone changes in patients with endometriosis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2011; 157(2): 206–211. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2011.03.003
 40. Fanchin R., Ayoubi J.M. Uterine dynamics: impact on the human reproduction process. *Reprod. BioMed. Online.* 2009; 18: 57–62. DOI: 10.1016/S1472-6483(10)60450-6
 41. Kissler S., Hamscho N., Zangos S., Wiegatz I., Schlichter S., Menzel C., Doebert N., Gruenwald F., Vogl T.J., Gaetje R., Rody A., Siebzehnuebl E., Kunz G., Leyendecker G., Kaufmann M. Uterotubal transport disorder in adenomyosis and endometriosis — a cause for infertility. *Int. J. Obstet. Gynaecol.* 2006; 113(8): 902–908. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2006.00970.x
 42. Youm H.S., Choi Y.S., Han H.D. In vitro fertilization and embryo transfer outcomes in relation to myometrial thickness. *J. Assist. Reprod. Gen.* 2011; 28(11): 1135–1140. DOI: 10.1007/s10815-011-9640-7
 43. Cho H., Kwon J., Kim Y., Park Y. Comparison of uterus volume measurements in patients with adenomyosis using two-dimensional and three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2013; 42(1): 111. DOI: 10.1002/uog.12909
 44. Exacoustos C., Brienza L., Giovanni di A., Szabolcs B., Romanini M.E., Zupi E., Arduini D. Adenomyosis: three-dimensional sonographic findings of the junctional zone and correlation with histology. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 37(4): 471–479. DOI: 10.1002/uog.8900
 45. Naftalin J., Hoo W., Nunes N., Mavrellos D., Nicks H., Jurkovic D. Inter- and intraobserver variability in three-dimensional ultrasound assessment of the endometrial-myometrial junction and factors affecting its visualization. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 39(5): 587–591. DOI: 10.1002/uog.10133
 46. Dueholm M. Transvaginal ultrasound for diagnosis of adenomyosis: a review. *Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.* 2006; 20(4): 569–582. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2006.01.005
 47. Exacoustos C., Brienza L., Cillis A.G., Bertonotti E., Amadio A., Amoroso C., Zupi E., Arduini D. Three dimensional evaluation of adenomyosis: correlation of sonographic findings to histology. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34(1): 20. DOI: 10.1002/uog.6517
 48. Luciano D.E., Exacoustos C., Albrecht L., LaMonica R., Proffer A., Zupi E., Luciano A.A. Three dimensional ultrasound in diagnosis of adenomyosis: histologic correlation with ultrasound targeted biopsies of the uterus. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2013; 20(6): 803–810. DOI: 10.1016/j.jmig.2013.05.002
 49. Exacoustos C., Luciano D., Corbett B., Felice G. de, Feliciano M. di, Luciano A., Zupi E. The uterine junctional zone: a 3-dimensional ultrasound study of patients with endometriosis. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2013; 209(3): 248. e1–7. DOI: 10.1016/j.ajog.2013.06.006
 50. Ahmed A.I., Mahmoud A.E.A., Fadiel A.A., Frederick N. Comparison of 2-, 3D and doppler ultrasound with histological findings in adenomyosis. *Fertil. Steril.* 2007; 88: 82. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2007.07.272
 51. Leone F.P.G., Marcianti C., Crepaldi A., Bignardi T., Ferrazzi E. Uterine adenomyosis at 3D transvaginal sonography by VCI analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2007; 30(4): 413–414. DOI: 10.1002/uog.4258
 52. Raine-Fenning N.J., Campbell B.K., Clewes J.S., Kendall N.R., Johnson I.R. The reliability of virtual organ computer-aided analysis (VOCAL) for the semi-quantification of ovarian, endometrial and subendometrial perfusion. *Ult. Obstet. Gynecol.* 2003; 22(6): 633–639. DOI: 10.1002/uog.923
 53. Анисимов А.В. VOCAL количественный анализ в трехмерной эхографии. *SonoAce-Ultrasound.* 2010; 21: 89–95.
 54. Le Carpentier G.L., Roubidoux M.A., Fowlkes J.B., Kruecker J.F., Hunt K.A., Paramagul C., Johnson T.D., Thorson N.J., Engle K.D., Carson P.L. Suspicious breast lesions: assessment of 3D Doppler US indexes for classification in a test population and fourfold cross-validation scheme. *Radiology.* 2008; 249(2): 463–470. DOI: 10.1148/radiol.2492060888
 55. Купешич С., Курьяк А., Михайлов А. ЦДК при исследовании маточного фактора бесплодия. *Трансвагинальный цветовой доплер.* Санкт-Петербург: Петрополис; 2001: 35.
 56. Schindl M., Birner P., Obermair A., Kiesel L., Wenzl R. Increased microvessel density in adenomyosis uteri. *Fertil. Steril.* 2001; 75(1): 131–135. DOI: 10.1016/s0015-0282(00)01642-3
 57. Унанян А.Л., Сидорова И.С., Коган Е.А. Активный и неактивный аденомиоз: клинико-морфологические варианты развития, дифференцированный подход к терапии. *Акушерство, гинекология и репродукция.* 2012; 6(2): 25–30.
 58. Laschke M.W., Menger M.D. Anti-angiogenic treatment strategies for the therapy of endometriosis. *Hum. Reprod. Update.* 2012; 18(6): 682–702. DOI: 10.1093/humupd/dms026
 59. Дамиров М.М. Аденомиоз: клиника, диагностика и лечение. М.: Триада; 2002: 294.
 60. Xavier P., Beires J., Barros H., Martinez-de-Oliveira J. Subendometrial and intraendometrial blood flow during the menstrual cycle in patients with endometriosis. *Fertil. Steril.* 2005; 84(1): 52–59. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2005.01.114

61. Anicic R., Djukic M., Rakic S. Evaluation of utero-ovarian hemodynamics in relation to fertility and stage of endometriosis. *Clin. Exp. Obstet. Gynecol.* 2012; 39(4): 526–528.
62. Поморцев А.В., Макухина Т.Б., Лобанов К.А., Зубахин А.Г. Ультразвуковая диагностика аденомиоза. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2015; 2(151): 118–124.
63. Domali E., Kyriakopoulos K., Antsaklis A. Ultrasonography: the main diagnostic tool in subfertile women. *Donald School J. Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 6: 270–285. DOI: 10.5005/jp-journals-10009-1250
64. Verma S.K., Lev-Toaff A.S., Baltarowich O.H., Bergin D., Verma M., Mitchell D.G. Adenomyosis: Sonohysterography with MRI Correlation. *Am. J. Roentgen.* 2009; 192: 1112–1116. DOI: 10.2214/ajr.08.1405
65. Momtaz M., Gouda H., Derbala Y., Elsherbiny A. Comparison of saline infusion sonohysterography (SIS) with unenhanced ultrasound in the diagnosis of uterine adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36(1): 93. DOI: 10.1002/uog.8395
66. Reeves M.F., Goldstein R.B., Jones K.D. Communication of adenomyosis with the endometrial cavity: visualization with saline contrast sonohysterography. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36(1): 115–119. DOI: 10.1002/uog.7513
67. Lulla C.P., Garg S.A. Use of contrast-enhanced ultrasound with SonoVue in differentiation between uterine leiomyoma and uterine adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 40(1): 1–54. DOI: 10.1002/uog.11324
68. Naftalin J., Jurkovic D. The endometrial-myometrial junction: a fresh look at a busy crossing. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34: 1–11. DOI: 10.1002/uog.6432
69. Becker E., Lev-Toaff A.S., Kaufman E.P., Halpern E.J., Edelweiss M.I., Kurtz A.B. The added value of transvaginal sonohysterography over transvaginal sonography alone in women with known or suspected leiomyoma. *J. Ultrasound Med.* 2002; 21(3): 237–247. DOI: 10.7863/jum.2002.21.3.237
70. Serafini G., Prefumo F., Gandolfo G.N., Crocetti L., Gandolfo N.M. Differential diagnosis of uterine myomas and adenomyosis by color Doppler (CD) and contrast-enhanced ultrasound (CEU). *Ultrasound. Obstet. Gynecol.* 2006; 28(4): 380. DOI: 10.1002/uog.2935
71. Veldman J., Holsbeke C.V., Werbrouck E., Bourne T., Timmerman D. Elastography in gynecology: preliminary experience. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34(1): 140. DOI: 10.1002/uog.6892
72. Veldman J., Holsbeke C.V., Werbrouck E., Bourne T., Timmerman D. Differentiation of uterine pathology by transvaginal elastography: preliminary results. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36(1): 14–15. DOI: 10.1002/uog.7810
73. Tessarolo M., Bonino L., Camanni M., Deltetto F. Elastasonography: a possibly new tool for diagnosis of adenomyosis? *Eur. Radiol.* 2011; 21(7): 1546–1552. DOI: 10.1007/s00330-011-2064-z
74. Митьков В.В., Хуако С.А., Саркисов С.Э., Митькова М.Д. Возможности эластографии и эластометрии сдвиговой волны в диагностике аденомиоза. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2011; 6: 22–31.
75. Митьков В.В., Хуако С.А., Цыганов С.Е. Сравнительный анализ данных эластографии сдвиговой волной и результатов морфологического исследования тела матки (предварительные результаты). *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2013; 5: 99–114.
76. Stoelinga B., Hehenkamp W., Brolmann H., Huirne J. The additional value of elastography to gray-scale ultrasound in the assessment of fibroids and adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46 (s1): 84. DOI: 10.1002/uog.15200
77. Stoelinga B., Hehenkamp W.J.K., Brolmann H.A.M., Huirne J.A.F. Real-time elastography for assessment of uterine disorders. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2014; 43(2): 218–226. DOI: 10.1002/uog.12519
78. Stoelinga B., Hehenkamp W., Brolmann H., Huirne J. The additional value of elastography to gray-scale ultrasound in the assessment of fibroids and adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46: 84. DOI: 10.1002/uog.15200
79. Masui T., Knatayama M., Kobayashi S., Nakayama S., Nozaki A., Kabasawa H., Ito T., Sakahara H. Changes in myometrial and junctional zone thickness and signal intensity: demonstration with kinematic T2-weighted MR imaging. *Radiology.* 2001; 221(1): 75–85. DOI: 10.1148/radiol.2211001390
80. Kunz G., Beil D., Huppert P., Noe M., Kissler S., Leyendecker G. Adenomyosis in endometriosis — prevalence and impact on fertility. Evidence from magnetic resonance imaging. *Hum. Reproduc.* 2005; 20(8): 2309–2316. DOI: 10.1093/humrep/dei021
81. Maubon A., Faury A., Kapella M., Pouquet M., Pivier P. Uterine junctional zone at magnetic resonance imaging: A predictor of in vitro fertilization implantation failure. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2010; 36(3): 611–618. DOI: 10.1111/j.1447-0756.2010.01189.x
82. Souza N.M., Brosens J.J., Schwieso J.E., Paraschos T., Winston R.M.L. The potential value of magnetic resonance imaging in infertility. *Clin. Radiol.* 1995; 50(2): 75–79. DOI: 10.1016/s0009-9260(05)82983-6
83. Novellas S., Chassang M., Delotte J., Toullalan O., Chevallier A., Bouaziz J., Chevallier P. MRI Characteristics of the uterine junctional zone: from normal to the diagnosis of adenomyosis. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 196(5): 1206–1213. DOI: 10.2214/ajr.10.4877
84. Chiang C.H., Chang M.Y., Shiau C.S. Effect of a sonographically diffusely enlarged uterus without distinct uterine masses on the outcome of in vitro fertilization-embryo transfer. *J. Ass. Reproduc. Gen.* 1999; 16: 369–372.

85. Piver P. Uterine factors limiting ART coverage. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2005; 34(5): 30–33. ISSN: 0368–2315
86. Lesny P., Killick S.R. Review: The junctional zone of the uterus and its contractions. *Int. J. Obstet. Gynaecol.* 2004; 111(11): 1182–1189. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2004.00350.x
87. Imaoka I., Ascher S.M., Sugimura K., Takahashi K., Li H., Cuomo F., Simon J., Arnold L.L. MR imaging of diffuse adenomyosis changes after GnRH analog therapy. *J. Magn. Reson. Imag.* 2002; 15(3): 285–290. DOI: 10.1002/jmri.10060
88. Shaaban O.M., Ali M.A., Ali M.K., Sabra A. Levonorgestrel-releasing intrauterine system versus a low-dose combined oral contraceptive for treatment of adenomyotic uteri: a randomized clinical trial. *Contraception.* 2015; 92(4): 301–307. DOI: 10.1016/j.contraception.2015.05.015
89. Makukhina T.B., Pomortsev A.V., Lobanov K.A. Doppler sonography peculiarities of uterus tissual blood flow of patients with adenomyosis treated with steroid hormonal therapy. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 38(1): 265. DOI: 10.1002/uog.9959
90. Макухина Т.Б., Лобанов К.А., Поморцев А.В., Пономарев В.В. Допплерографические особенности внутреннего эндометриоза тела матки на фоне консервативной стероидной гормональной терапии. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2012; 1(130): 110–114.

References

1. *Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya RF ot 30 avgusta 2012 g. № 107n «O poryadke ispol'zovaniya vspomogatel'nykh reproduktivnykh tekhnologii, protivopokazaniyakh i ogranicheniyakh k ikh primeneniyu».* Ministerstvo zdravookhraneniya Rossiiskoi Federatsii; 2012 [updated 22.01.2014]. Available mode: https://static-1.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/018/618/original/VRT_poryadok.PDF?1390392973 (In Russ.).
2. Adamyan L.V., Andreeva E.N., Apolikhina I.A., Bezhenar' V.F., Gevorkyan M.A., Gus A.I., Demidov V.N., Kalinina E.A., Levakov S.A., Marchenko L.A., Popov A.A., Sonova M.M., Khashukoeva A.Z., Chernukha G.E., Yarotskaya E.L. *Endometrioz: diagnostika, lechenie i reabilitatsiya.* Federal clinical guidelines for the management of patients. M.; 2013: 65 (in Russ.).
3. Sinel'nikov R.D. *Atlas anatomii cheloveka.* In 3 volumes. V.2.: *Uchenie o vnutrennostyakh i sosudakh.* M.: Meditsina; 1966: 471 (in Russ.).
4. Van den Bosch T., Dueholm M., Leone F.P. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of myometrium and uterine masses: a consensus opinion from the Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46(3): 284–298. DOI: 10.1002/uog.14806
5. Benagiano G., Brosens I., Lippi D. The History of Endometriosis. *Gynecol. Obstet. Invest.* 2014; 78(1): 1–9. DOI: 10.1159/000358919
6. Taran F., Stewart E., Brucker S. Adenomyosis: Epidemiology, Risk Factors, Clinical Phenotype and Surgical and Interventional Alternatives to Hysterectomy. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2013; 73(9): 924–931. DOI: 10.1055/s-0033-1350840
7. Zaloudek C.J., Norris H.J. *Mesenchymal tumors of the uterus.* In: Kurman R.J., Hedrick E., Lora R., Brigitte M., editors. *Blaunstein's Pathology of the Female Genital Tract.* 1987; 374–402. DOI: 10.1007/978-1-4757-1942-0_13
8. Uduwela A.S., Perera M.A.K., Aiqing Li, Fraser I.S. Endometrial-Myometrial Interface: Relationship to Adenomyosis and Changes in Pregnancy. *Obstet. Gynecol. Surv.* 2000; 55(6): 390–400. DOI: 10.1097/00006254-200006000-00025
9. Mehaseb K.M., Habiba M.A. Adenomyosis uteri: an update. *Obstet. Gynaecol.* 2009; 11(1): 41–47. DOI: 10.1576/toag.11.1.41.27467
10. Gordts S., Brosens J.J., Fusi L., Benagiano G., Brosens I. Uterine adenomyosis: a need for uniform terminology and consensus classification. *Reprod. BioMed. Online.* 2008; 17(2): 244–248. DOI: 10.1016/s1472-6483(10)60201-5
11. Dueholm M. Uterine adenomyosis and infertility, review of reproductive outcome after in vitro fertilization and surgery. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2017; 96(6): 715–726. DOI: 10.1111/aogs.13158
12. Gavrillova T.Yu. *Adenomioz: patogenez, diagnostika, lechenie, metody reabilitatsii.* Extended abstract of PhD dissertation (Medicine). Moscow, 2007: 43 (In Russ.).
13. Younes G., Tulandi T. Effects of adenomyosis on in vitro fertilization treatment outcomes a meta-analysis. *Fertil. Steril.* 2017; 108(3): 483–490. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2017.06.025
14. Vercellini P., Consonni D., Barbara G., Buggio L., Frattaruolo M.P., Somigliana E. Adenomyosis and reproductive performance after surgery for rectovaginal and colorectal endometriosis a systematic review and meta-analysis. *Reprod. BioMed. Online.* 2014; 28(6): 704–713. DOI: 10.1016/j.rbmo.2014.02.006
15. Harada T., Yin Mon Khine, Kaponis A., Nikellis T., Decavalas G., Tanigushi F. The impact of Adenomyosis on Womens Fertility. *Obstet. Gynecol. Surv.* 2016; 71(9): 557–568. DOI: 10.1097/ogx.0000000000000346
16. Pinzauti S., Lazzeri L., Tosti C., Centini G., Orlandini C., Luisi S., Zupi E., Exacoustos C., Petraglia F. Transvaginal sonographic features of diffuse adenomyosis in 18–30-year-old nulligravid women without endometriosis: association with symptoms. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46(6): 730–736. DOI: 10.1002/uog.14834

17. Brosens I., Gordts S., Habiba M., Benagiano G. Uterine Cystic Adenomyosis: A disease of younger women. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* 2015; 28(6): 420–426. DOI: 10.1016/j.jpaa.2014.05.008
18. Benagiano G., Brosens I., Habiba M. Adenomyosis: a life-cycle approach. *Reprod. BioMed. Online.* 2015; 30(3): 220–232. DOI: 10.1016/j.rbmo.2014.11.005
19. Naftalin J., Hoo W., Pateman K., Mavrelou D., Foo X., Jurkovic D. Is adenomyosis associated with menorrhagia? *Hum. Reproduct.* 2014; 29(3): 473–479. DOI: 10.1093/humrep/det451
20. Bazot M., Cortez A., Darai E., Rouger J., Chopier J., Antoine J.M., Uzan S. Ultrasonography compared with magnetic resonance imaging for the diagnosis of adenomyosis: correlation with histopathology. *Hum. Reproduct.* 2001; 16(11): 2427–2433. DOI: 10.1093/humrep/16.11.2427
21. Champaneria R., Abedin P., Daniels J., Balogun M., Khan Khalid S. Ultrasound scan and magnetic resonance imaging for the diagnosis of adenomyosis: systematic review comparing test accuracy. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2010; 89(11): 1374–1384. DOI: 10.3109/00016349.2010.512061
22. Bulanov M.N. *Ul'trazvukovaja ginekologija*. In 2 volumes. V.1.: *Ul'trazvukovaja ginekologija*. M.: Vidar-M; 2012: 560 (In Russ.).
23. Hanafi M. Ultrasound diagnosis of adenomyosis, leiomyoma, or combined with histopathological correlation. *J. Hum. Reprod. Sci.* 2013; 6(3): 189–193. DOI: 10.4103/0974-1208.121421
24. Donato N. di, Bertoldo V., Montanari G., Zannoni L., Caprara G., Seracchioli R. Question mark form of uterus: a simple sonographic sign associated with the presence of adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46(1): 124–127. DOI: 10.1002/uog.14750
25. Bazot M., Darai E., Rouger J., Detchev R., Cortez A., Uzan S. Limitations of transvaginal sonography for the diagnosis of adenomyosis, with histopathological correlation. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2002; 20(6): 605–611. DOI: 10.1046/j.1469-0705.2002.00852.x
26. Ozerskaja I.A. *Ehografija v ginekologii*. M.: Medika; 2005: 292 (In Russ.).
27. Ozerskaja I.A. *Ehografija v ginekologii*. 2nd edit. M.: Vidar-M; 2013: 564 (In Russ.).
28. Gevorkjan E. G., Tohunts K.A. Znachenie trehmernoj sonografii v opredelenii variantov vnutrennego endometriozia tela matki. *Meditsinskaja nauka Armenii.* 2013; 53(3): 123–129. Available mode: <http://medsci.asj-oa.am/id/eprint/5906> (In Russ.).
29. Ozerskaja I.A., Scheglova E.A., Belousov M.A., Sirotkina E.V., Dolgova E.P., Devitskij A.A. Otsenka gemodinamiki matki u bol'nyh s vnutrennim endometriozom. *Ul'trazvukovaja i funktsional'naja diagnostika.* 2014; 1: 37–46 (In Russ.).
30. Makukhina T.B. *Kliniko-ekhograficheskaya diagnostika vnutrennego endometriozia tela matki*: Extended abstract of PhD dissertation (Medicine). Krasnodar, 2004. 20 (In Russ.). Available mode: <http://www.dissertcat.com/content/kliniko-ekhograficheskaya-diagnostika-vnutrennego-endometriozia-tela-matki>
31. Sharma K., Bora M.K., Venkatesh B.P., Barman P., Roy S.K., Jayagurunathan U., Sellamuthu E., Moidu F. Role of 3D ultrasound and doppler in differentiating clinically suspected cases of leiomyoma and adenomyosis of uterus. *J. Clin. Diagn. Res.* 2015; 9(4): 8–12. DOI: 10.7860/jcdr/2015/12240.5846
32. Lobanov K.A. *Ekhograficheskaya diagnostika effektivnosti konservativnogo lecheniya vnutrennego endometriozia tela matki*: Extended abstract of PhD dissertation (Medicine). Krasnodar, 2017: 22 (In Russ.). Available mode: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01006658310#?page=1>
33. Kepkep K., Tuncay Y.A., Goynumer G., Tatal E. Transvaginal sonography in the diagnosis of adenomyosis: which findings are most accurate? *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2007; 30(3): 341–345. DOI: 10.1002/uog.3985
34. Dueholm M., Lundorf E., Hansen E.S., Sorensen J.S., Ledertoug S., Olesen F. Magnetic resonance imaging and transvaginal ultrasonography for the diagnosis of adenomyosis. *Fertil. Steril.* 2001; 76(3): 588–594. DOI: 10.1016/s0015-0282(01)01962-8
35. Sakhel K., Abuhamad A. Sonography of Adenomyosis. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31(5): 805–808. DOI: 10.7863/jum.2012.31.5.805
36. Puente J.M., Fabris A., Patel J., Patel A., Cerrillo M., Requena A., Garcia-Velasco J.A. Adenomyosis in infertile women: prevalence and the role of 3D ultrasound as a marker of severity of the disease. *Reprod. Biol. Endocrin.* 2016; 14(1). DOI: 10.1186/s12958-016-0185-6
37. Rasmussen C.K., Glavind J., Madsen L.D., Uldbjerg N., Dueholm M. Repeatability of junctional zone measurements using 3-dimensional transvaginal sonography in healthy fertile women. *J. Ultrasound Med.* 2016; 35(7): 1497–1508. DOI: 10.7863/ultra.15.06086
38. Lazzarin N., Exacoustos C., Vaquero E., de Felice G., Manfellotto D., Zupi E. Uterine junctional zone at three-dimensional transvaginal ultrasonography in patients with recurrent miscarriage: a new diagnostic tool? *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2014; 174: 128–132. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2013.12.014
39. Larsen S.B., Lundorf E., Forman A., Dueholm M. Adenomyosis and junctional zone changes in patients with endometriosis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2011; 157(2): 206–211. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2011.03.003
40. Fanchin R., Ayoubi J.M. Uterine dynamics: impact on the human reproduction process. *Reprod. BioMed. Online.* 2009; 18: 57–62. DOI: 10.1016/S1472-6483(10)60450-6
41. Kissler S., Hamscho N., Zangos S., Wiegatz I., Schlichter S., Menzel C., Doebert N., Gruenwald F., Vogl T.J., Gaetje R., Rody A., Siebzehruebl E., Kunz G., Leyendecker G., Kaufmann M. Uterotubal transport dis-

- order in adenomyosis and endometriosis — a cause for infertility. *Int. J. Obstet. Gynaecol.* 2006; 113(8): 902–908. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2006.00970.x
42. Youm H.S., Choi Y.S., Han H.D. In vitro fertilization and embryo transfer outcomes in relation to myometrial thickness. *J. Assist. Reprod. Gen.* 2011; 28(11): 1135–1140. DOI: 10.1007/s10815-011-9640-7
43. Cho H., Kwon J., Kim Y., Park Y. Comparison of uterus volume measurements in patients with adenomyosis using two-dimensional and three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2013; 42(1): 111. DOI: 10.1002/uog.12909
44. Exacoustos C., Brienza L., Giovanni Di A., Szabolcs B., Romanini M.E., Zupi E., Arduini D. Adenomyosis: three-dimensional sonographic findings of the junctional zone and correlation with histology. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 37(4): 471–479. DOI: 10.1002/uog.8900
45. Naftalin J., Hoo W., Nunes N., Mavrelou D., Nicks H., Jurkovic D. Inter- and intraobserver variability in three-dimensional ultrasound assessment of the endometrial-myometrial junction and factors affecting its visualization. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 39(5): 587–591. DOI: 10.1002/uog.10133
46. Dueholm M. Transvaginal ultrasound for diagnosis of adenomyosis: a review. *Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.* 2006; 20(4): 569–582. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2006.01.005
47. Exacoustos C., Brienza L., Cillis A.G., Bertonotti E., Amadio A., Amoroso C., Zupi E., Arduini D. Three dimensional evaluation of adenomyosis: correlation of sonographic findings to histology. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34(1): 20. DOI: 10.1002/uog.6517
48. Luciano D.E., Exacoustos C., Albrecht L., LaMonica R., Proffer A., Zupi E., Luciano A.A. Three dimensional ultrasound in diagnosis of adenomyosis: histologic correlation with ultrasound targeted biopsies of the uterus. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2013; 20(6): 803–810. DOI: 10.1016/j.jmig.2013.05.002
49. Exacoustos C., Luciano D., Corbett B., Felice G. de, Feliciano M. di, Luciano A., Zupi E. The uterine junctional zone: a 3-dimensional ultrasound study of patients with endometriosis. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2013; 209(3): 248. e1–7. DOI: 10.1016/j.ajog.2013.06.006
50. Ahmed A.I., Mahmoud A.E.A., Fadiel A.A., Frederick N. Comparison of 2-, 3D and doppler ultrasound with histological findings in adenomyosis. *Fertil. Steril.* 2007; 88: 82. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2007.07.272
51. Leone F.P.G., Marciante C., Crepaldi A., Bignardi T., Ferrazzi E. Uterine adenomyosis at 3D transvaginal sonography by VCI analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2007; 30(4): 413–414. DOI: 10.1002/uog.4258
52. Raine-Fenning N.J., Campbell B.K., Clewes J.S., Kendall N.R., Johnson I.R. The reliability of virtual organ computer-aided analysis (VOCAL) for the semi-quantification of ovarian, endometrial and subendometrial perfusion. *Ult. Obstet. Gynecol.* 2003; 22(6): 633–639. DOI: 10.1002/uog.923
53. Anisimov A.V. VOCAL kolichestvennyj analiz v treh-mernoj ehografii. *SonoAce-Ultrasound.* 2010; 21: 89–95 (in Russ.).
54. Le Carpentier G.L., Roubidoux M.A., Fowlkes J.B., Krücker J.F., Hunt K.A., Paramagul C., Johnson T.D., Thorson N.J., Engle K.D., Carson P.L. Suspicious breast lesions: assessment of 3D Doppler US indexes for classification in a test population and fourfold cross-validation scheme. *Radiology.* 2008; 249(2): 463–470. DOI: 10.1148/radiol.2492060888
55. Kupeshich S., Kur'yak A., Mikhailov A. *TsDK pri issledovanii matochnogo faktora besplodiya. Transvaginal'nyi tsvetovoi doppler.* Sankt-Peterburg: Petropolis; 2001: 35 (in Russ.).
56. Schindl M., Birner P., Obermair A., Kiesel L., Wenzl R. Increased microvessel density in adenomyosis uteri. *Fertil. Steril.* 2001; 75(1): 131–135. DOI: 10.1016/s0015-0282(00)01642-3
57. Unanyan A.L., Sidorova I.S., Kogan E.A. Active and inactive adenomyosis: clinicomorphologic variables of development and differential approach to treatment. *Akusherstvo, Ginekologiya i Reproduktsiya.* 2012; 6(2): 25–30. (In Russ., English Abstract).
58. Laschke M.W., Menger M.D. Anti-angiogenic treatment strategies for the therapy of endometriosis. *Hum. Reprod. Update.* 2012; 18(6): 682–702. DOI: 10.1093/humupd/dms026
59. Damirov M.M. *Adenomioz: klinika, diagnostika i lechenie.* M.: Triada; 2002: 294 (In Russ.).
60. Xavier P., Beires J., Barros H., Martinez-de-Oliveira J. Subendometrial and intraendometrial blood flow during the menstrual cycle in patients with endometriosis. *Fertil. Steril.* 2005; 84(1): 52–59. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2005.01.114
61. Anicic R., Djukic M., Rakic S. Evaluation of utero-ovarian hemodynamics in relation to fertility and stage of endometriosis. *Clin. Exp. Obstet. Gynecol.* 2012; 39(4): 526–528.
62. Pomortsev A.V., Makukhina T.B., Lobanov K.A., Zubakhin A.G. Ultrasound diagnostic adenomyosis. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik.* 2015; 2(151): 118–124 (In Russ., English Abstract).
63. Domali E., Kyriakopoulos K., Antsaklis A. Ultrasonography: the main diagnostic tool in subfertile women. *Donald School J. Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 6: 270–285. DOI: 10.5005/jp-journals-10009-1250
64. Verma S.K., Lev-Toaff A.S., Baltarowich O.H., Bergin D., Verma M., Mitchell D.G. Adenomyosis: Sonohysterography with MRI Correlation. *Am. J. Roentgen.* 2009; 192: 1112–1116. DOI: 10.2214/ajr.08.1405
65. Momtaz M., Gouda H., Derbala Y., Elsherbiny A. Comparison of saline infusion sonohysterography (SIS) with unenhanced ultrasound in the diagnosis of uterine adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36(1): 93. DOI: 10.1002/uog.8395
66. Reeves M.F., Goldstein R.B., Jones K.D. Communication of adenomyosis with the endometrial cavity:

- visualization with saline contrast sonohysterography. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36(1): 115–119. DOI: 10.1002/uog.7513
67. Lulla C.P., Garg S.A. Use of contrast-enhanced ultrasound with SonoVue in differentiation between uterine leiomyoma and uterine adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 40(1): 1–54. DOI: 10.1002/uog.11324
68. Naftalin J., Jurkovic D. The endometrial-myometrial junction: a fresh look at a busy crossing. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34: 1–11. DOI: 10.1002/uog.6432
69. Becker E., Lev-Toaff A.S., Kaufman E.P., Halpern E.J., Edelweiss M.I., Kurtz A.B. The added value of transvaginal sonohysterography over transvaginal sonography alone in women with known or suspected leiomyoma. *J. Ultrasound Med.* 2002; 21(3): 237–247. DOI: 10.7863/jum.2002.21.3.237
70. Serafini G., Prefumo F., Gandolfo G.N., Crocetti L., Gandolfo N.M. Differential diagnosis of uterine myomas and adenomyosis by color Doppler (CD) and contrast-enhanced ultrasound (CEU). *Ultrasound. Obstet. Gynecol.* 2006; 28(4): 380. DOI: 10.1002/uog.2935
71. Veldman J., Holsbeke C.V., Werbrouck E., Bourne T., Timmerman D. Elastography in gynecology: preliminary experience. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34(1): 140. DOI: 10.1002/uog.6892
72. Veldman J., Holsbeke C.V., Werbrouck E., Bourne T., Timmerman D. Differentiation of uterine pathology by transvaginal elastography: preliminary results. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36(1): 14–15. DOI: 10.1002/uog.7810
73. Tessarolo M., Bonino L., Camanni M., Deltetto F. Elastosonography: a possibly new tool for diagnosis of adenomyosis? *Eur. Radiol.* 2011; 21(7): 1546–1552. DOI: 10.1007/s00330-011-2064-z
74. Mit'kov V.V., Khuako S.A., Sarkisov S.E., Mit'kova M.D. Value of shear wave elastography and elastometry in the diagnosis of adenomyosis. *Ul'trazvukovaya i Funktsional'naya Diagnostika.* 2011; 6: 22–31 (In Russ., English Abstract).
75. Mit'kov V.V., Khuako S.A., Tsyganov S.E. Comparative analysis of shear wave elastography and results of uterine morphological examination (preliminary results). *Ul'trazvukovaya i Funktsional'naya Diagnostika.* 2013; 5: 99–114 (In Russ., English Abstract).
76. Stoelinga B., Hehenkamp W., Brolmann H., Huirne J. The additional value of elastography to gray-scale ultrasound in the assessment of fibroids and adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46 (s1): 84. DOI: 10.1002/uog.15200
77. Stoelinga B., Hehenkamp W.J.K., Brolmann H.A.M., Huirne J.A.F. Real-time elastography for assessment of uterine disorders. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2014; 43(2): 218–226. DOI: 10.1002/uog.12519
78. Stoelinga B., Hehenkamp W., Brolmann H., Huirne J. The additional value of elastography to gray-scale ultrasound in the assessment of fibroids and adenomyosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46: 84. DOI: 10.1002/uog.15200
79. Masui T., Knatayama M., Kobayashi S., Nakayama S., Nozaki A., Kabasawa H., Ito T., Sakahara H. Changes in myometrial and junctional zone thickness and signal intensity: demonstration with kinematic T2-weighted MR imaging. *Radiology.* 2001; 221(1): 75–85. DOI: 10.1148/radiol.2211001390
80. Kunz G., Beil D., Huppert P., Noe M., Kissler S., Leyendecker G. Adenomyosis in endometriosis — prevalence and impact on fertility. Evidence from magnetic resonance imaging. *Hum. Reproduc.* 2005; 20(8): 2309–2316. DOI: 10.1093/humrep/dei021
81. Maubon A., Faury A., Kapella M., Pouquet M., Pivier P. Uterine junctional zone at magnetic resonance imaging: A predictor of in vitro fertilization implantation failure. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2010; 36(3): 611–618. DOI: 10.1111/j.1447-0756.2010.01189.x
82. Souza N.M., Brosens J.J., Schwieso J.E., Paraschos T., Winston R.M.L. The potential value of magnetic resonance imaging in infertility. *Clin. Radiol.* 1995; 50(2): 75–79. DOI: 10.1016/s0009-9260(05)82983-6
83. Novellas S., Chassang M., Delotte J., Toullalan O., Chevallier A., Bouaziz J., Chevallier P. MRI Characteristics of the uterine junctional zone: from normal to the diagnosis of adenomyosis. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 196(5): 1206–1213. DOI: 10.2214/ajr.10.4877
84. Chiang C.H., Chang M.Y., Shiau C.S. Effect of a sonographically diffusely enlarged uterus without distinct uterine masses on the outcome of in vitro fertilization-embryo transfer. *J. Ass. Reproduc. Gen.* 1999; 16: 369–372.
85. Piver P. Uterine factors limiting ART coverage. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reproduc. Biol.* 2005; 34(5): 30–33. ISSN: 0368–2315
86. Lesny P., Killick S.R. Review: The junctional zone of the uterus and its contractions. *Int. J. Obstet. Gynaecol.* 2004; 111(11): 1182–1189. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2004.00350.x
87. Imaoka I., Ascher S.M., Sugimura K., Takahashi K., Li H., Cuomo F., Simon J., Arnold L.L. MR imaging of diffuse adenomyosis changes after GnRH analog therapy. *J. Magn. Reson. Imag.* 2002; 15(3): 285–290. DOI: 10.1002/jmri.10060
88. Shaaban O.M., Ali M.A., Ali M.K., Sabra A. Levonorgestrel-releasing intrauterine system versus a low-dose combined oral contraceptive for treatment of adenomyotic uteri: a randomized clinical trial. *Contraception.* 2015; 92(4): 301–307. DOI: 10.1016/j.contraception.2015.05.015
89. Makukhina T.B., Pomortsev A.V., Lobanov K.A. Doppler sonography peculiarities of uterus tissual blood flow of patients with adenomyosis treated with steroid hormonal therapy. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 38(1): 265 (In Russ.). DOI: 10.1002/uog.9959
90. Makukhina T.B., Lobanov K.A., Pomortsev A.V., Ponomarev V.V. Doppler sonography peculiarities of adenomyosis during steroid hormonal therapy. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik.* 2012; 1(130): 110–114 (In Russ., English Abstract).

Сведения об авторах / Information about the authors

Поморцев Алексей Викторович* — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: e-mail: pomor-av@mail.ru, тел.: +7 (918) 491-25-54;

ул. Красных Партизан, д. 6/2, г. Краснодар, 350012, Россия.

Грушевская Юлия Витальевна — ассистент кафедры лучевой диагностики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Макухина Татьяна Борисовна — кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры акушерства, гинекологии и перинатологии ФПК и ППС Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Alexey V. Pomortsev* — Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of Department, Department of Radiation Diagnostics, Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

Contact information: e-mail: pomor-av@mail.ru, tel.: +7 (918) 491-25-54;

Krasnyh Partizan str., 6/2, Krasnodar, 350012, Russia.

Yulia V. Grushevskaya — Research Assistant, Department of Radiation Diagnostics, Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

Tatyana B. Makukhina — Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Department of Advanced Training, Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author