

DOI: 10.24835/1607-0763-2018-6-82-96

Ультразвуковая диагностика эндометрита: особенности гемодинамики матки

Озерская И.А.^{1*}, Семилетова А.А.², Казарян Г.Г.³

¹ ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

² ООО Медицинский центр «Асклепий», Москва, Россия

³ ООО «Научно-практический центр малоинвазивной хирургии и гинекологии», Москва, Россия

Ultrasound diagnosis of endometritis: hemodynamic features of the uterus

Ozerskaya I.A.^{1*}, Semiletova A.A.², Kazaryan G.G.³

¹ Peoples' Friendship University of Russia, (RUDN University), Moscow, Russia

² LLC Asklepion Medical Center, Moscow

³ LLC Scientific and Practical Center for Minimally Invasive Surgery and Gynecology, Moscow

Цель исследования: определение особенностей гемодинамики матки при эндометрите.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ 420 пациенток репродуктивного возраста (19–53 года), у которых диагностирован эндометрит. Группу сравнения составили 323 женщины 17–52 лет без гинекологической патологии. Оценивали показатели кровотока в маточных артериях, такие как максимальная систолическая, конечно-диастолическая и средняя скорость кровотока (V_{max} , V_{min} , V_{mean}), рассчитывали индекс артериальной перфузии (ИАП), при 3D-реконструкции матки в ангиорежиме получали васкуляризационный индекс (VI), потоковый индекс (FI) и васкуляризационно-потоковый индекс (VFI) матки и эндометрия.

Результат. Выявлено повышение V_{max} , V_{min} , V_{mean} , а также VI, VFI матки и VI, FI и VFI эндометрия в раннюю и среднюю пролиферативную фазу цикла. ИАП имел монотонные значения, но его следует учитывать в совокупности с VI.

Выводы. Эхография в сочетании с цветовым картированием, спектральной доплерографией и определением васкуляризационного индекса с помощью 3D в ангиорежиме является высокоэффективным методом для диагностики эндометрита. Характерные изменения гемодинамики при эндометрите проявляются в виде нарушения венозного оттока в матке и особенно в эндометрии при наличии гипervаскуляризации по данным VI в совокупности нормативных или сниженных показателей ИАП.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, эндометрит, гемодинамика, васкуляризация, васкуляризационный индекс, индекс артериальной перфузии.

Ссылка для цитирования: Озерская И.А., Семилетова А.А., Казарян Г.Г. Ультразвуковая диагностика эндометрита: особенности гемодинамики матки. *Медицинская визуализация*. 2018; 22 (6): 82–96. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-6-82-96.

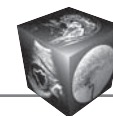
Objective. To determine the characteristics of hemodynamics of the uterus with endometritis.

Material and methods. A retrospective analysis of 420 patients of reproductive age (19–53 years old) diagnosed with endometritis. The comparison group consisted of 323 women aged 17–52 without gynecological pathology.

Blood flow indicators in the uterine arteries, such as maximum systolic, end-diastolic, and average blood flow velocity (V_{max} , V_{min} , V_{mean}), were estimated, and an arterial perfusion index (API) was calculated. With 3D reconstruction of the uterus in angioregime, a vascularization index (VI), a flow index (FI) and a vascular flow index (VFI) of the uterus and endometrium were obtained.

Result. An increase in V_{max} , V_{min} , V_{mean} , as well as VI, VFI of the uterus and VI, FI and VFI of the endometrium in the early and middle proliferative phase of the cycle. API had monotonous values, but it should be taken into account in conjunction with VI.

Conclusions. Echography combined with color mapping, spectral Doppler graphics and vascularization index determination using 3D in angio mode is a highly effective method for the diagnosis of endometritis. Characteristic changes in hemodynamics in endometritis manifest as a violation of the venous outflow in the uterus and, especially, in the endometrium, in the presence of hypervascu-



larization according to data VI in the aggregate of regulatory or reduced indicators of API.

Key words: ultrasound, endometritis, hemodynamics, vascularization, vascularization index, arterial perfusion index.

Recommended citation: Ozerskaya I.A., Semileto-va A.A., Kazaryan G.G. Ultrasound diagnosis of endometritis: hemodynamic features of the uterus. *Medical Visualization*. 2018; 22 (6): 82–96.

DOI: 10.24835/1607-0763-2018-6-82-96.

Введение

Хронический эндометрит характеризуется латентным, а потому длительным течением, нарушает репродуктивную функцию женщины, является одной из причин бесплодия, неудачных попыток экстракорпорального оплодотворения, препятствует имплантации и плацентации [1, 2]. Воспалительный процесс приводит к нарушению баланса про- и антиангиогенных факторов, возникает гипоксия и ишемия ткани, что отражается на кровоснабжении матки в целом и эндометрии [3–5].

Для оценки микроциркуляции в последние годы в гинекологическую практику внедряется лазерная доплеровская флоуметрия. Этот метод, основанный на эффекте Допплера, позволяет оценить скорость перераспределения эритроцитов, функциональное состояние эндотелия, тонус сосудов, состояние артериовенозных звеньев как на системном, так и на локальном уровне [6–8]. Для проведения исследования необходима специальная аппаратура.

Эхография, как правило, является первым инструментальным методом диагностики гинекологических заболеваний. Ультразвуковые признаки эндометрита в В-режиме неспецифичны и в большинстве случаев сводятся к несоответствию изображения срединного комплекса матки дню менструального цикла. По данным В.Н. Демидова и А.И. Гуса, при хроническом эндометрите без оценки гемодинамики чувствительность эхографии составляет 86%, а специфичность – 92% [9]. Учитывая, что воспалительный процесс эндометрия вызывает расстройства органного кровоснабжения, выявление этих нарушений позволит повысить качество диагностики.

В связи с актуальностью своевременной диагностики эндометрита целью исследования являлось определение особенностей гемодинамики матки.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ ультразвукового исследования 420 пациенток репродуктивного возраста, у которых диагностирован эндо-

метрит, составивших основную группу. Возраст пациенток колебался от 19 до 53 лет. Группу сравнения составили 323 здоровые женщины аналогичного возраста (от 17 до 52 лет) ($p > 0,05$).

Клиническая диагностика эндометрита осуществлялась на основании жалоб, данных анамнеза, бимануального исследования, результатов цитологического исследования мазков из цервикального канала, иммуногистохимического исследования эндометрия, полученного при пайпель-биопсии, с типированием плазматических клеток (CD138) или расширенная панель, включающая моноклональные антитела к антигенам иммунных клеток (CD4, CD8, CD20), а также гистологического исследования эндометрия после гистероскопии. Данные современной отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о том, что наряду с гистероскопией, морфологическим исследованием материала, полученного с помощью пайпель-биопсии, иммуногистохимический анализ является “золотым стандартом” в диагностике эндометрита [10–14].

Обследование органов малого таза проводилось на ультразвуковых системах iU22 и Epiq7 (Philips, Нидерланды). Применялось обзорное трансбdomинальное сканирование и последующее трансвагинальное исследование мультисекторными датчиками.

Количественная оценка степени васкуляризации заключалась в получении индекса васкуляризации (VI), характеризующего процентное отношение цветовых вокселей в объеме матки, индекса потока (FI), или интенсивности кровотока, показывающего медиану яркости цветовых вокселей, которая зависит от скорости кровотока в заданном трехмерном объеме, васкуляризационно-поточного индекса (VFI), являющегося произведением индекса васкуляризации и индекса потока, разделенным на 100 [15]. Для получения перечисленных индексов необходима прикладная программа QLab, работающая при 3D-реконструкции в ангиорежиме.

Увеличение изображения регулировали таким образом, чтобы матка занимала практически весь экран монитора. Шкалу скорости устанавливали на 3 см/с, а мощность цветового картирования – на максимальное значение, но до появления акустических помех. Угол построения 3D-объекта задавали в 85° с тем, чтобы вся матка вошла в исследуемую область. После забора материала для удобства и быстроты обработки изображение пересылалось на рабочую станцию персонального компьютера с помощью системы DICOM.

Следующим этапом была ручная обводка контура по 9 плоскостям (рис. 1, 2). Получение VI, FI

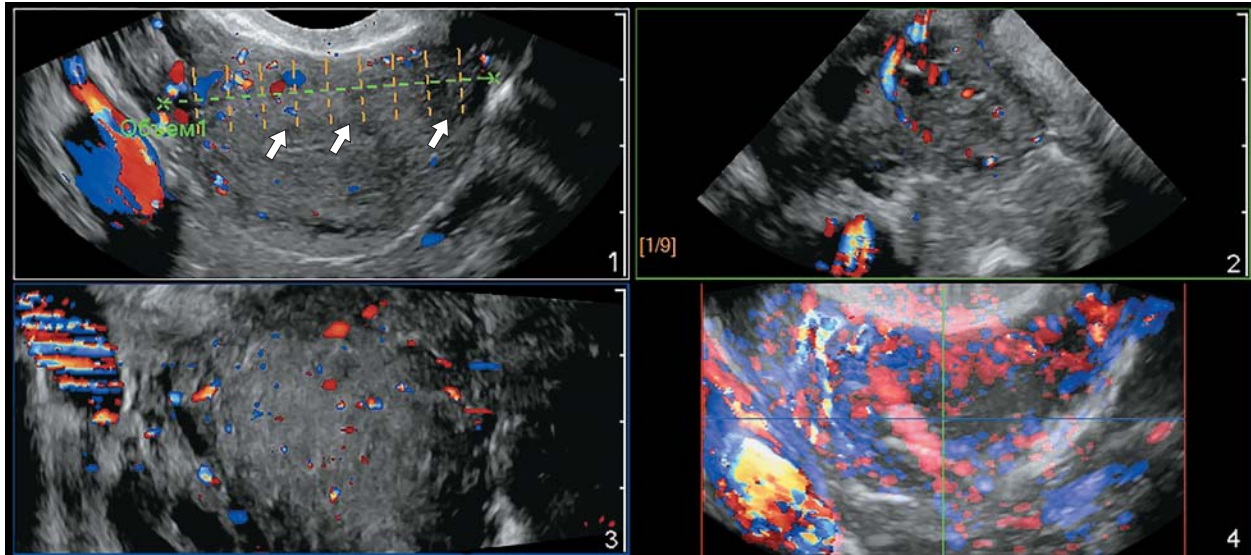
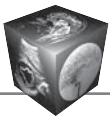


Рис. 1. Плоскости (стрелки), по которым будет проводиться обводка контура матки. Изображение с экрана монитора.

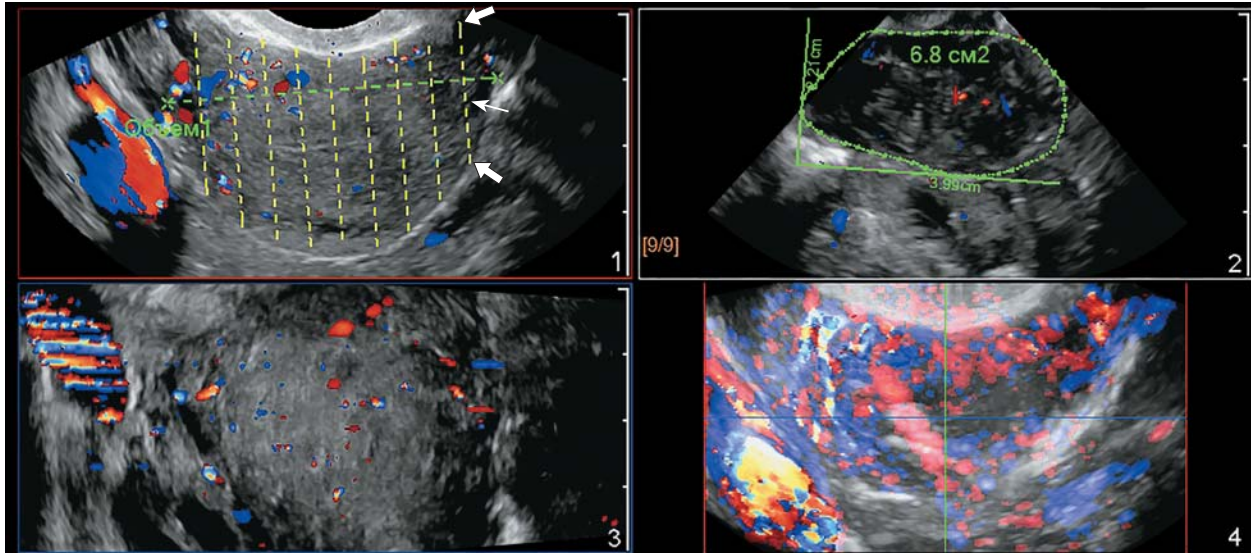


Рис. 2. Обведение контура (изображение 2) по последней плоскости (тонкая стрелка). Корректность обводки можно проверить по окончанию пунктирных линий (стрелки). Изображение с экрана монитора.

и VFI происходит автоматически с помощью программного обеспечения опции QLab, что отражается на экране монитора (рис. 3). Аналогичным образом получали показатели этих индексов в эндометрии (рис. 4, 5).

После этого оценивали гемодинамику по показателям обеих маточных артерий. Диаметр маточных артерий, обнаруживаемых по боковой поверхности матки от перешейка до трубного угла, измеряли в наиболее прямолинейном участке при большом увеличении интересующей области по цветовому контуру перпендикулярно оси сосуда (рис. 6). Учитывали не только целые, но и десятые доли миллиметра.

При импульсно-волновой доплерографии маточной артерии исследовали такие показатели, как максимальная скорость кровотока (V_{max} , см/с), усредненная по времени средняя скорость кровотока (V_{mean} , см/с), пульсационный индекс (PI) и индекс резистентности (RI), появляющиеся на экране монитора при автоматической трассировке спектра. При получении углозависимых скоростных параметров соблюдали адекватный угол инсонации с его коррекцией (рис. 7).

В дальнейшем определяли индекс артериальной перфузии (ИАП), который отражает перфузию 1 см³ тела матки кровью, поступающей по обеим маточным артериям. Для этого вычисляли объем-

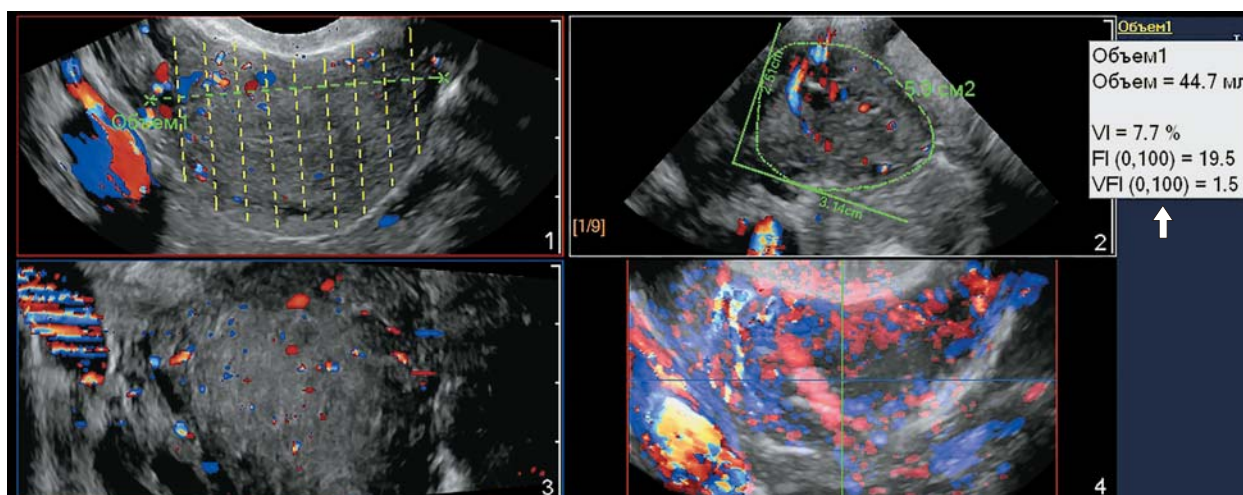
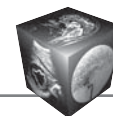


Рис. 3. Получение VI, FI и VFI (стрелка) матки. Изображение с экрана монитора.

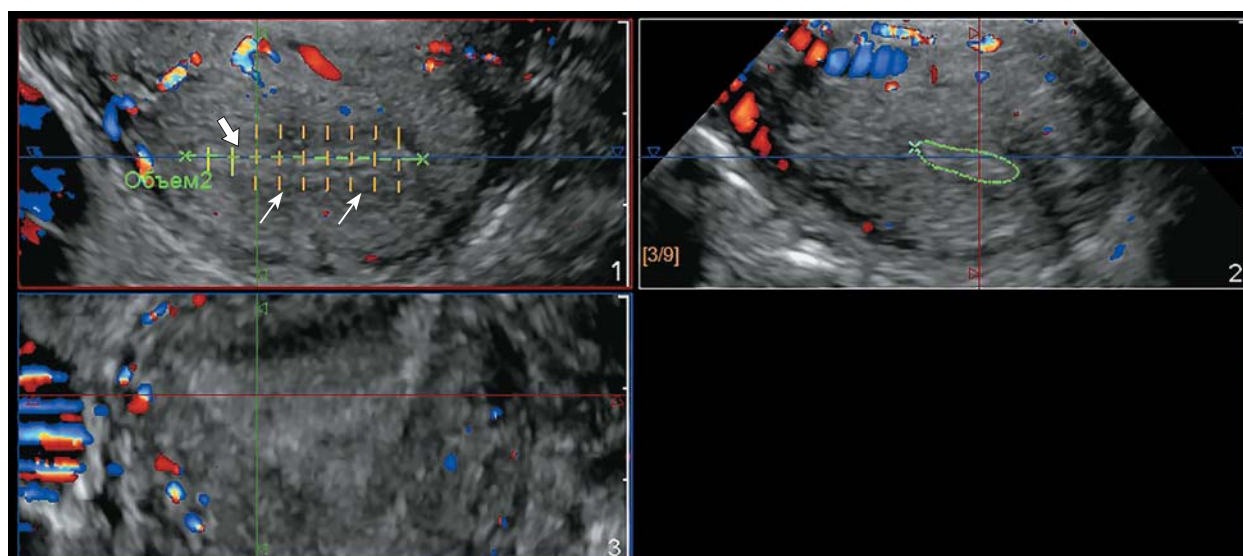


Рис. 4. Процесс обводки контура эндометрия. Плоскости, по которым будет проводиться обводка (тонкие стрелки). Плоскость (стрелка), по которой проведена обводка изображения 2. Изображение с экрана монитора.

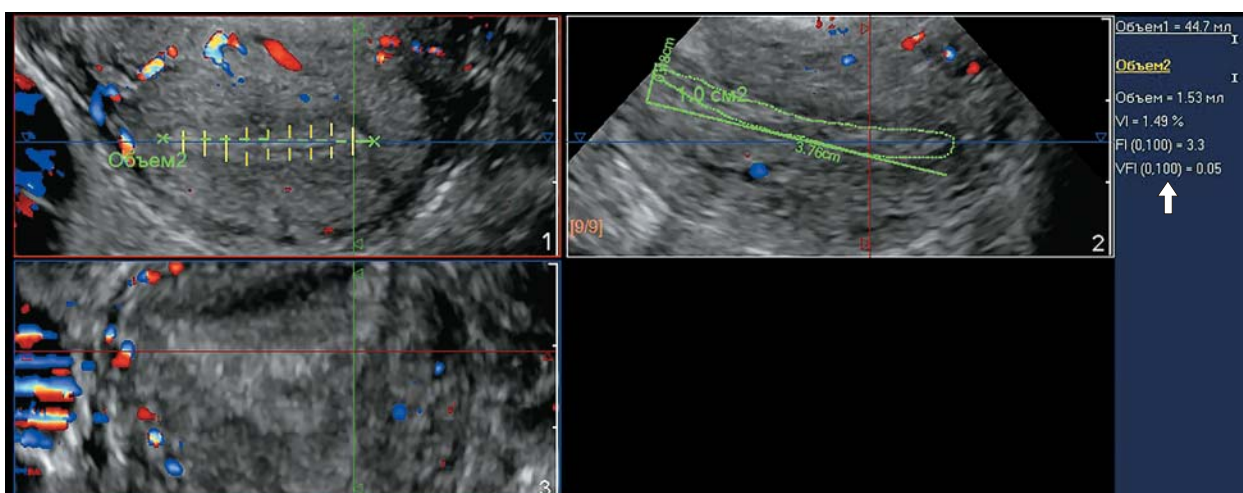


Рис. 5. Получение VI, FI и VFI (стрелка) эндометрия. Изображение с экрана монитора.

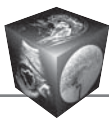


Рис. 6. Измерение диаметра маточной артерии, просвет которой составляет 2,3 мм.



Рис. 7. Коррекция угла инсонации при установлении контрольного объема на маточной артерии. Угол составляет 38°.

ный кровоток в каждой из маточных артерий по следующей формуле:

$$V_{vol} = V_{mean} \cdot S,$$

где S – площадь маточной артерии (см^2).

Площадь сосуда рассчитывали по стандартной формуле круга:

$$S = 1/4\pi d^2,$$

где d – диаметр артерии (см).

Таким образом, формула расчета объемного кровотока в каждой из маточных артерий приобретает следующий вид:

$$V_{vol} = 0,785 \cdot V_{mean} \cdot d^2.$$

ИАП является суммарным объемным кровотоком обеих маточных артерий на 1 см^3 тела матки, выраженным в процентах, и рассчитывается по формуле:

$$\text{ИАП} = (V_{\text{volМАправая}} + V_{\text{volМАлевая}}) / V_{\text{матки}} \times 100\%,$$

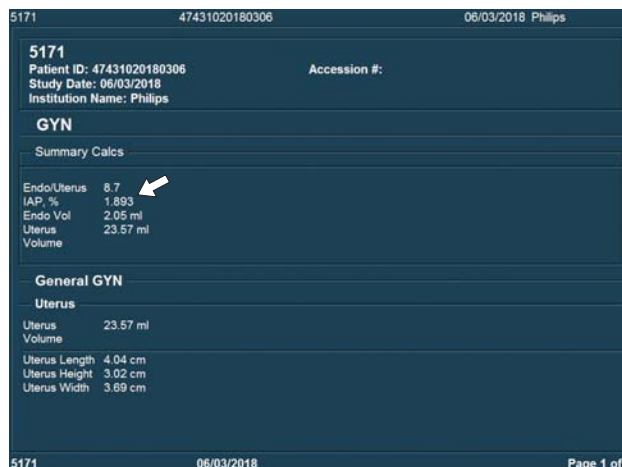


Рис. 8. Изображение страницы отчета исследования. ИАП указан стрелкой.

где $V_{\text{volМАправая}}$ – объемный кровоток по правой маточной артерии (см^3 в 1 с); $V_{\text{volМАлевая}}$ – объемный кровоток по левой маточной артерии (см^3 в 1 с); $V_{\text{матки}}$ – объем матки (см^3).

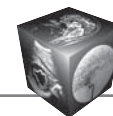
Все расчетные формулы были введены в программное обеспечение ультразвукового сканера. Это позволило, выбрав определенную функцию и внося показатели, автоматически получить результат ИАП, отражающийся на экране монитора и остающийся на странице отчета под фамилией и номером карты пациентки (рис. 8). Оптимизация рабочего места врача значительно сокращает время, затрачиваемое на обследование, обработку изображения и написание заключения.

Необходимо отметить, что в исследование не были включены пациентки, имеющие миому, внутренний эндометриоз или какую-либо патологию придатков.

Полученные результаты обрабатывались стандартными статистическими методами. Учитывая, что часть данных не подчинялась нормальному распределению, все результаты представлены как медиана (50-й процентиль), 5–95-й проценти́ли и минимальное–максимальное значение. Гипотезу о равенстве средних проверяли с помощью U-теста Манна–Уитни. Достоверными считались различия при $p \leq 0,05$.

Результаты

В основной группе в I фазе менструального цикла было осмотрено 294 (70,0%) женщины, во II – 126 (30,0%), а в группе сравнения – 155 (48,0%) и 168 (52,0%) соответственно. Все обследованные разделены в зависимости от фазы менструального цикла: ранняя пролиферативная (4–7-й день), средняя пролиферативная (8–10-й



день), поздняя пролиферативная (11–13-й день). Овуляция наступала не ранее 12-го дня цикла, поэтому к ранней секреторной фазе отнесены женщины 12–17-го дня цикла, средней секреторной – 18–24-го дня и поздней секреторной – более 24-го дня. В случае ановуляторного цикла, который устанавливался по отсутствию доминантного фолликула или при динамической регистрации персистенции неовулировавшего фолликула, ранней секреторной считали 14–17-й день цикла. Достоверной возрастной разницы между основной группой и здоровыми женщинами в зависимости от фазы менструального цикла выявлено не было ($p > 0,05$).

Анализ показателей кровотока не выявил асимметрии ($p > 0,05$) цифровых значений правой и левой маточных артерий.

У здоровых женщин скоростные показатели кровотока в маточных артериях ($V_{\max}$, $V_{\min}$ и V_{mean}) возрастали от ранней пролиферативной к секреторной фазе овуляторного цикла, однако достоверной разницы не получено ($p > 0,05$). В случаях

отсутствия овуляции кровотоки во II фазе соответствовал I фазе и с 14-го по 24-й день цикла был значительно ниже, чем в овуляторном цикле ($p < 0,05$).

Среди больных эндометритом при сравнении с группой контроля все скорости были достоверно выше в раннюю и среднюю пролиферативную фазу, а также максимальная систолическая и конечно-диастолическая – в позднюю пролиферативную ($p < 0,05$). При овуляторных циклах V_{mean} была ниже, чем в норме, но достоверная разница отмечена только в раннюю секреторную фазу ($p < 0,05$). Скоростные показатели ановуляторных циклов оказались практически одинаковыми с группой контроля, за исключением $V_{\max}$ в позднюю секреторную фазу (табл. 1, 2).

Уголнезависимые индексы (PI и RI) среди больных и здоровых имели монотонные значения и достоверно не отличались ($p < 0,05$) (табл. 3).

Диаметр маточных артерий у здоровых женщин колебался от 1,9 до 3,0 мм, у пациенток с эндометритом – от 1,7 до 3,2 мм без достоверной разни-

Таблица 1. Средняя скорость кровотока маточных артерий (в см/с) у больных эндометритом и здоровых женщин

	Фаза менструального цикла	Эндометрит		Норма	
		n	V_{mean}	n	V_{mean}
	Ранняя пролиферативная	126	7,3* 3,2–11,9 2,0–14,1	63	5,8 3,2–11,4 3,0–17,0
	Средняя пролиферативная	119	7,5* 2,9–14,2 1,9–17,9	48	6,4 4,3–10,0 3,0–11,4
	Поздняя пролиферативная	49	7,7 2,5–12,7 1,6–14,6	44	6,7 4,1–10,5 3,5–17,9
	Овуляторный цикл	9	6,0* 4,7–8,8 4,1–10,4	23	7,6 4,2–11,4 4,5–13,6
	Средняя секреторная	26	6,8 2,9–13,9 2,6–15,8	55	7,8 4,7–12,9 3,4–14,7
	Поздняя секреторная	12	7,4 3,6–13,1 1,9–13,7	16	7,5 4,2–12,7 3,9–13,4
Ановуляторный цикл	14–17-й день цикла	41	5,9 2,8–13,9 2,0–14,4	22	6,2^ 3,3–9,0 3,0–9,4
	18–24-й день цикла	21	6,5 2,7–9,7 2,5–11,0	32	6,2^ 3,5–9,8 2,4–12,6
	Более 24-го дня цикла	17	7,2 3,6–10,8 3,0–11,2	20	7,0 4,7–11,3 3,7–12,3

Примечание. Здесь и в табл. 2–5, 7, 8: количественные параметры представлены в виде медианы (первая строка ячейки), 5–95-го процентилей (вторая строка ячейки) и минимального–максимального значения (третья строка ячейки). ^ – достоверные отличия внутри группы, во II фазе сравнение овуляторного и ановуляторного цикла при $p < 0,05$; * – достоверные отличия между группами при $p < 0,05$.

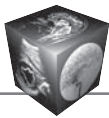


Таблица 2. Максимальная (в см/с) и конечно-диастолическая скорость (в см/с) у больных эндометритом и здоровых женщин

	Фаза менструального цикла	Эндометрит			Норма		
		n	V _{max}	V _{min}	n	V _{max}	V _{min}
	Ранняя пролиферативная	126	38,3* 25,0–52,1 21,2–55,9	6,2* 0–12,1 0–14,3	63	34,1 22,2–42,7 19,3–48,7	4,7 0–10,8 0–12
	Средняя пролиферативная	119	37,2* 26,2–53,5 22,0–55,4	5,6* 0–11,9 0–18,1	48	35,8 25,7–45,5 21,8–46,6	4,2 0,1–9,1 0–10,4
	Поздняя пролиферативная	49	38,5* 22,9–51,5 20,7–54,6	6,1* 0–12,9 0–16,0	44	35,9 25,1–48,7 21,5–51,3	4,5 0–8,9 0–12,2
	Овуляторный цикл	9	39,1 29,7–45,1 28,5–45,8	5,4 0–10,7 0–12,8	23	37,3 30,5–51,3 29,6–54,1	5,8 0,6–10,2 0–11,0
	Средняя секреторная	26	40,4 25,0–52,7 23,9–54,2	6,3 0–13,0 0–13,0	55	38,8 26,8–49,7 20,6–52,7	5,9 3,1–9,8 2,3–12,3
	Поздняя секреторная	12	39,8 24,0–50,4 21,3–52,3	6,0 2,2–10,3 1,2–10,7	16	37,8 26,3–46,6 22,4–48,2	6,0 1,6–12,1 1,6–12,8
	Ановуляторный цикл	41	35,6 21,5–50,6 20,7–53,2	4,1 0–11,2 0–12,8	22	35,5 23,8–47,8 21,0–48,9	4,3^ 0–7,2 0–9,4
	18–24-й день цикла	21	37,5 22,3–48,7 20,5–49,6	5,2 0–9,3 0–13,1	32	35,7 25,2–49,1 24,5–51,3	4,3^ 0–10,3 0–12,0
	Более 24-го дня цикла	17	38,1* 20,6–54,2 20,3–54,5	4,9 0–9,1 0–10,5	20	33,5 30,4–46,6 30,0–47,5	5,0 2,3–10,3 0,8–10,4

Таблица 3. Пульсационный индекс (PI) и индекс резистентности (RI) у больных эндометритом и здоровых женщин

	Фаза менструального цикла	Эндометрит			Норма		
		n	PI	RI	n	PI	RI
	Ранняя пролиферативная	126	2,02 1,26–3,90 1,03–6,76	0,84 0,70–1,0 0,67–1,0	63	2,45 1,56–4,19 1,05–5,20	0,85 0,74–0,96 0,62–0,97
	Средняя пролиферативная	119	2,35 1,46–4,18 1,10–4,83	0,85 0,71–1,0 0,63–1,0	48	2,79 1,75–4,02 1,67–4,59	0,88 0,77–0,96 0,76–0,96
	Поздняя пролиферативная	49	2,31 1,23–3,97 1,13–5,46	0,85 0,72–1,0 0,61–1,0	44	2,82 1,83–4,17 1,49–4,76	0,87 0,73–0,94 0,69–0,96
	Овуляторный цикл	9	2,76 1,89–3,64 1,72–3,92	0,86 0,78–1,0 0,77–1,0	23	2,42 1,76–3,96 1,15–4,00	0,86 0,76–0,95 0,63–0,98
	Средняя секреторная	26	2,48 1,73–4,52 1,53–5,10	0,84 0,77–1,0 0,70–1,0	55	2,53 1,69–3,70 1,21–4,12	0,85 0,77–0,91 0,72–0,94
	Поздняя секреторная	12	2,20 1,97–3,20 1,95–3,30	0,84 0,76–0,92 0,72–0,93	16	2,60 1,63–3,59 1,63–4,01	0,85 0,69–0,94 0,67–0,94
	Ановуляторный цикл	41	2,48 1,44–4,76 1,21–5,40	0,85 0,73–1,0 0,68–1,0	22	2,71 1,91–4,99 1,73–5,03	0,88 0,81–1,0 0,75–1,0
	18–24-й день цикла	21	2,57 1,69–3,94 1,57–4,23	0,86 0,76–1,0 0,71–1,0	32	2,72 1,70–4,38 1,42–5,38	0,88 0,75–1,0 0,74–1,0
	Более 24-го дня цикла	17	2,19 1,54–3,52 1,36–4,34	0,83 0,73–0,99 0,71–1,0	20	2,37 1,82–3,08 1,79–3,40	0,84 0,74–0,93 0,72–0,97

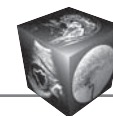


Таблица 4. Диаметр маточных артерий (в мм) и индекс артериальной перфузии (ИАП) матки (в %) у больных эндометритом и здоровых женщин

	Фаза менструального цикла	Эндометрит			Норма		
		n	d	ИАП	n	d	ИАП
	Ранняя пролиферативная	126	2,4 1,9–3,0 1,7–3,2	1,3 0,7–1,9 0,4–2,3	63	2,4 1,9–2,9 1,8–2,9	1,2 0,8–1,7 0,6–1,9
	Средняя пролиферативная	119	2,5 1,9–3,5 1,8–3,6	1,4 0,6–2,4 0,2–3,1	48	2,4 2,0–2,8 1,8–2,9	1,3 0,9–2,0 0,8–2,2
	Поздняя пролиферативная	49	2,6 1,9–3,1 1,9–3,2	1,3 0,7–2,1 0,5–2,4	44	2,6 2,3–2,9 2,1–3,0	1,3 1,0–2,0 0,6–2,0
	Овуляторный цикл	9	2,4 1,9–2,8 1,9–2,8	1,3* 0,7–1,8 0,7–2,0	23	2,6 2,2–3,0 1,8–3,0	1,6^^ 1,2–2,7 1,1–2,7
	Средняя секреторная	26	2,4 2,0–2,8 1,9–2,9	1,2* 0,5–2,3 0,4–2,7	55	2,7 2,2–3,0 2,0–3,1	1,8 1,2–2,8 1,1–2,9
	Поздняя секреторная	12	2,4 2,1–3,0 2,1–3,1	1,4* 0,7–2,5 0,4–2,7	16	2,6 2,2–3,0 2,1–3,0	1,7 1,1–2,6 1,0–2,6
	Ановуляторный цикл	41	2,5 1,9–3,0 1,7–3,0	1,2 0,7–1,9 0,3–2,1	22	2,5 2,2–2,8 2,1–3,0	1,4 0,8–1,9 0,8–2,5
	Средняя секреторная	21	2,4 1,9–3,0 1,9–3,0	1,1* 0,5–2,0 0,5–2,1	32	2,5 2,0–3,0 1,9–3,0	1,4^ 0,7–2,4 0,7–2,5
	Поздняя секреторная	17	2,5 2,0–3,0 1,9–3,0	1,3 0,6–2,4 0,4–2,7	20	2,4 2,1–2,9 2,0–2,9	1,2^ 0,8–1,7 0,8–2,0

Примечание. ^ – достоверные отличия внутри группы, во II фазе сравнение овуляторного и ановуляторного цикла при $p < 0,05$; ^^ – достоверные отличия между поздней пролиферативной и ранней секреторной фазой внутри группы при $p < 0,05$; * – достоверные отличия между группами при $p < 0,05$.

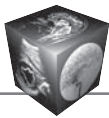
цы по фазам менструального цикла как в норме, так и при патологии.

ИАП у здоровых женщин поступательно повышался с достоверным отличием только в раннюю секреторную фазу ($p < 0,05$). В случаях отсутствия овуляции показатели ИАП были ниже, чем в овуляторных циклах. У больных эндометритом ИАП был монотонным, без повышения во II фазе, что привело к достоверному снижению показателя ($p < 0,05$) в овуляторных циклах при сравнении с группой контроля. При ановуляторных циклах с 18-го по 24-й день цикла артериальная перфузия матки оказалась существенно ниже ($p < 0,05$), чем у здоровых женщин с ановуляторным циклом (табл. 4).

Васкуляризационный индекс матки у здоровых женщин в среднюю пролиферативную фазу был достоверно выше, чем в раннюю пролиферативную фазу, оставаясь на одном уровне до менструации, имея средние значения 6,6% до 8-го дня и 9,5% – с 8-го по 10-й день цикла ($p < 0,05$). В эндометрии в I фазу, несмотря на рост VI, значимого отличия не получено. Аваскуляризация, когда показатели VI были равны 0, наблюдалась у 5 (3,2%)

пациенток. Овуляция существенным образом влияла на васкуляризацию эндометрия, которая наблюдалась в 100% случаев. В период расцвета желтого тела VI был максимально высоким, среднее значение составило 4,1% (min 1,0%, max 7,4%) с достоверным снижением после 24-го дня цикла ($p < 0,05$). При ановуляторных циклах VI как в матке, так и в эндометрии был значительно ниже, чем при наличии желтого тела ($p < 0,05$), и у 3 (4,1%) женщин отмечалась аваскуляризация слизистой оболочки полости матки.

Среди женщин, страдающих эндометритом, показатели VI матки были достоверно выше ($p < 0,05$), чем в группе сравнения, за исключением средней секреторной фазы как овуляторного, так и ановуляторного цикла. В период формирования и расцвета желтого тела VI матки оказался ниже, чем у здоровых женщин, и составил в среднем 9,1% (min 2,5%, max 25,3%) против 10,8% (min 4,4%, max 18,0%) ($p > 0,05$). Эндометрий при воспалительном процессе в нем был гораздо васкулярнее ($p < 0,05$) неизменной слизистой во все фазы цикла. Исключение составила только

**Таблица 5.** Васкуляризационный индекс (в %) матки и эндометрия у больных эндометритом и здоровых женщин

	Фаза менструального цикла	Эндометрит			Норма		
		п	матка	эндометрий	п	матка	эндометрий
	Ранняя пролиферативная	126	13,6* 2,2–35,2	4,2* 0,1–13,2	63	6,6 2,1–11,1	0,8 0–2,8
	Средняя пролиферативная	119	1,2–35,7	0–14,9	48	2,3–14,0	0–3,6
			12,9*	4,4*		9,5^	1,7
			1,9–31,6	0,1–14,3		6,1–13,4	0–3,9
	Поздняя пролиферативная	49	0,4–40,8	0–17,7	44	5,6–14,3	0–5,6
			13,5*	3,6*		10,9	2,3
			1,0–26,1	0–11,4		6,2–17,1	0–4,8
			0,8–39,7	0–13,8		3,6–18,6	0–5,4
Овуляторный цикл	Ранняя секреторная	9	8,0* 2,4–14,0	4,5* 0,9–8,9	23	10,1 6,7–12,7	2,3 1,3–3,5
	Средняя секреторная	26	2,2–15,3	0,3–9,9	55	6,3–12,8	1,3–3,6
			9,1	5,0		10,8	4,1^
			2,7–23,8	1,2–11,0		6,2–16,9	1,2–6,7
	Поздняя секреторная	12	2,5–25,3	0,1–12,3	16	4,4–18,0	1,0–7,4
			14,1*	8,6*		9,6	2,2^
			6,7–22,6	1,3–10,7		4,5–15,0	0,2–5,0
			6,3–23,3	0–10,8		4,3–15,6	0,1–5,0
Ановуляторный цикл	Ранняя секреторная	41	10,1* 3,1–22,0	3,5* 0,1–7,3	22	5,9^ 2,0–12,8	0,4^ 0–1,2
	Средняя секреторная	21	2,6–26,9	0–7,6	32	1,7–15,4	0–1,4
			8,3	5,3*		7,0^	1,0^
			2,9–17,8	0,1–10,4		1,6–14,3	0–2,6
	Поздняя секреторная	17	1,5–18,8	0,1–11,3	20	1,0–14,6	0–2,7
			13,7*	4,9*		8,7	0,7^
			4,2–18,9	0–9,3		2,5–12,1	0–2,0
			3,1–21,7	0–10,6		2,1–12,4	0–2,1

Примечание. ^ – достоверные отличия внутри группы, во II фазе сравнение овуляторного и ановуляторного цикла при $p < 0,05$; ^^ – достоверные отличия внутри группы между последующей и предыдущей фазой цикла; * – достоверные отличия между группами при $p < 0,05$.

Таблица 6. Частота аваскуляризации эндометрия у больных эндометритом и здоровых женщин

Фаза цикла	Эндометрит		Норма	
	п	количество	п	количество
I фаза	294	17 (5,8%)	155	5 (3,2%)
II фаза, овуляторный цикл	47	2 (4,3%)	94	–
II фаза, ановуляторный цикл	79	6 (7,6%)	74	3 (4,1%)

средняя секреторная фаза овуляторного цикла, когда VI незначительно повышался ($p > 0,05$) (табл. 5). Вместе с тем аваскуляризация в I фазе наблюдалась у 17 (5,8%) больных, во II фазе овуляторного цикла – в 2 (4,3%) случаях и ановуляторного – в 6 (7,6%) (табл. 6).

Потоковый индекс матки и эндометрия в группе нормы также повышался по мере увеличения количества дней менструального цикла. Достоверное отличие выявлено в эндометрии в среднюю пролиферативную фазу и в период расцвета желтого тела ($p < 0,05$). При ановуляторном цикле наблюдалось снижение FI как в матке, так и в эндометрии в раннюю и среднюю секреторную фазу ($p < 0,05$).

У пациенток с эндометритом закономерности изменения FI матки не выявлено. Значительно

ниже ($p < 0,05$), чем у здоровых женщин, FI оказался в период формирования и расцвета желтого тела. В эндометрии были более высокие показатели FI, чем в норме, с достоверным отличием в раннюю пролиферативную, а также в раннюю и позднюю секреторную фазу ановуляторного цикла; в то же время в период расцвета желтого тела выявлено снижение FI ($p < 0,05$) (табл. 7).

Васкуляризационно-потоковый индекс, являющийся производным от VI и FI, был достаточно стабильным и в матке, и в эндометрии как в норме, так и при эндометрите. В группе нормы достоверная разница показателей в матке и эндометрия не обнаружена ($p > 0,05$). В группе больных превышение нормативных параметров VFI наблюдалось только в раннюю пролиферативную фазу ($p < 0,05$) (табл. 8).

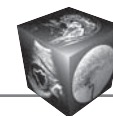


Таблица 7. Потоковый индекс матки и эндометрия у больных эндометритом и здоровых женщин

	Фаза менструального цикла	Эндометрит			Норма		
		n	матка	эндометрий	n	матка	эндометрий
	Ранняя пролиферативная	126	28,3 13,4–39,7 8,2–45,1	6,6* 2,5–13,3 0–19,6	63	26,3 14,6–35,4 13,3–38,2	4,4 0–9,0 0–9,4
	Средняя пролиферативная	119	27,4 13,7–37,9 9,5–42,3	7,5 2,5–24,1 0–27,3	48	29,1 21,9–36,8 10,3–44,0	6,3^^ 2,2–11,9 0–14,2
	Поздняя пролиферативная	49	29,5 16,9–38,7 11,3–42,7	7,2 0–20,9 0–21,4	44	29,3 16,7–37,1 15,7–38,9	6,6 0,9–10,8 0–11,0
	Овуляторный цикл	9	19,0* 8,1–30,5 8,0–33,2	6,8 4,5–17,4 4,2–20,7	23	33,5 26,7–38,7 25,3–39,7	6,0 4,5–7,7 4,3–8,0
	Средняя секреторная	26	20,0* 12,3–29,5 11,6–34,3	7,7* 3,2–15,1 2,8–15,3	55	32,9 23,3–38,1 19,6–39,8	11,0^^ 6,2–25,8 5,4–26,5
	Поздняя секреторная	12	28,3 24,1–37,7 23,4–40,0	9,8 1,9–15,1 0–16,0	16	28,5 18,9–35,3 16,5–36,3	10,0 7,5–17,6 7,3–18,7
	Ановуляторный цикл	41	26,3 14,5–35,5 13,6–37,2	6,0* 2,3–12,4 0–15,1	22	24,1^ 11,3–33,5 9,9–33,5	2,1^ 0–5,1 0–5,5
	Средняя секреторная	21	20,6* 11,0–33,6 10,6–34,9	5,9* 3,6–11,0 2,9–11,6	32	28,7^ 21,4–36,1 20,6–36,5	3,9^ 0–6,5 0–6,7
	Поздняя секреторная	17	27,3 17,3–34,2 16,5–34,6	8,6* 2,6–13,7 0–15,0	20	26,7 14,5–36,9 11,3–37,1	3,3^ 0–5,3 0–5,6

Примечание. ^ – достоверные отличия внутри группы, во II фазе сравнение овуляторного и ановуляторного цикла при $p < 0,05$; ^^ – достоверные отличия внутри группы между последующей и предыдущей фазой цикла; * – достоверные отличия при $p < 0,05$.

Таблица 8. Васкуляризационно-потоковый индекс матки и эндометрия у больных эндометритом и здоровых женщин

	Фаза менструального цикла	Эндометрит			Норма		
		n	матка	эндометрий	n	матка	эндометрий
	Ранняя пролиферативная	126	3,4* 0,5–12,9 0,1–17,4	0,2 0–4,7 0–4,9	63	1,7 0,5–3,6 0,3–7,2	0,1 0–0,2 0–0,4
	Средняя пролиферативная	119	2,5 0,4–10,7 0,2–16,7	0,2 0–3,2 0–5,0	48	2,6 0,7–4,3 0,1–6,4	0,2 0–0,8 0–0,8
	Поздняя пролиферативная	49	3,2 0,3–10,4 0,2–14,6	0,2 0–1,4 0–1,4	44	3,2 0,6–6,3 0,1–6,8	0,6 0–1,2 0–1,2
	Овуляторный цикл	9	1,7 0,2–3,2 0,2–3,3	0,3 0,1–0,7 0,1–0,8	23	2,6 0,9–5,6 0,8–5,8	0,4 0,1–0,9 0,1–1,0
	Средняя секреторная	26	2,1 0,4–6,1 0,3–6,2	0,3 0,1–1,5 0–1,6	55	3,4 1,6–6,7 1,2–8,0	0,8 0,2–2,0 0,1–2,6
	Поздняя секреторная	12	3,9 2,4–8,5 2,4–9,4	0,7 0,1–0,8 0–0,9	16	3,4 1,0–5,7 0,9–6,0	0,2 0–2,4 0–2,4
	Ановуляторный цикл	41	26,3 14,5–35,5 13,6–37,2	6,0* 2,3–12,4 0–15,1	22	24,1^ 11,3–33,5 9,9–33,5	2,1^ 0–5,1 0–5,5
	Средняя секреторная	21	20,6* 11,0–33,6 10,6–34,9	5,9* 3,6–11,0 2,9–11,6	32	28,7^ 21,4–36,1 20,6–36,5	3,9^ 0–6,5 0–6,7
	Поздняя секреторная	17	27,3 17,3–34,2 16,5–34,6	8,6* 2,6–13,7 0–15,0	20	26,7 14,5–36,9 11,3–37,1	3,3^ 0–5,3 0–5,6

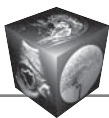


Таблица 8 (окончание).

	Фаза менструального цикла	Эндометрит			Норма		
		n	матка	эндометрий	n	матка	эндометрий
Ановуляторный цикл	Ранняя секреторная	41	1,7	0,2	22	1,0	00–0,1
			0,4–6,3	0–1,3		0,3–4,2	
			0,3–6,9	0–1,8		0,2–5,1	0–0,1
	Средняя секреторная	21	1,2	0,3	32	1,5	0
			0,4–5,6	0–0,8		0,3–4,3	0–0,2
			0,2–5,7	0–0,9		0,2–4,6	0–0,2
	Поздняя секреторная	17	2,4	0,5	20	2,7	0
			0,9–6,4	0–1,4		0,4–4,3	0–0,1
			0,8–7,3	0–1,4		0,2–4,3	0–0,1

Примечание. * – достоверные отличия при $p < 0,05$.

Обсуждение

Патофизиологические изменения при воспалении характеризуются расстройствами микроциркуляции в воспаленной ткани (стадия экссудации), проявляющиеся расширением сосудов, застоем крово- и лимфообращения и стазом, что приводит к экссудации плазмы и миграции лейкоцитов [3]. Эти изменения влияют на частоту и степень васкуляризации матки и особенно эндометрия.

С внедрением в практику цветового картирования частоту и степень васкуляризации оценивали субъективно. Предпринимались многочисленные попытки подсчитывать цветовые локусы на определенных срезах, в каких-либо зонах или в единице площади, но все эти методы были с низкой воспроизводимостью из-за различных настроек приборов, трудоемкими, не нашедшими должного места в практике.

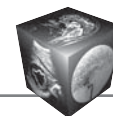
С помощью прикладных программ появилась возможность объективной оценки степени васкуляризации, которую дает васкуляризационный индекс. Как свидетельствует исследование J.L. Alcázar и соавт. (2017), сравнивших результаты работы 4 квалифицированных врачей и 4 стажеров по обработке 3D-объема, воспроизводимость составила от 0,77 до 0,96 и не зависела от опыта [16]. Выполненное ранее исследование L.T. Mercé и соавт. (2006) продемонстрировало воспроизводимость VI эндометрия 0,90–0,97 среди здоровых женщин и с патологией эндометрия [17]. Для хорошей воспроизводимости обязательно должна соблюдаться стандартизация настроек прибора [18, 19].

В результате проведенного исследования выяснилось, что VI у больных эндометритом достоверно выше как в матке, так и в эндометрии в I фазе цикла. Однако М.Н. Буланов отмечает скудную васкуляризацию функционального слоя в секреторную фазу [20]. Вероятно, это связано как с субъективной оценкой, так и со стадией пролиферации элементов соединительной ткани, также присутствующей в патофизиологическом

процессе воспаления [3, 21]. Вместе с тем нельзя относиться к аваскуляризации эндометрия как к факту эндометрита, так как у здоровых женщин в пролиферативной фазе также наблюдается аваскуляризация, которая выявлена на основании нулевых значений VI у 3,2% пациенток, среди больных – в 5,8%. Является интересной динамика возможности визуализации сосудов эндометрия, связанная с развитием ультразвуковой аппаратуры. Так, А. Kurjak и соавт. (1993) считали, что неизменная слизистая аваскулярная [22]. Е.В. Федорова и А.Д. Липман (2002) в I фазе цикла у 10% здоровых женщин регистрировали венозный кровоток в эндометрии [23]. В монографии, опубликованной в 2013 г., спиральные артерии в норме субъективно определяются у 30% пациенток в I фазе и до 50% – во II фазе [24].

Использование 3D-реконструкции в ангиорежиме с получением VI значительно повышает возможности объективной оценки васкуляризации. Цифровые показатели VI эндометрия здоровых женщин согласуются с данными J.L. Alcázar и M.J. Kudla (2010) [19]. А. Kurjak и S. Kupesic (1999) считают, что прогностическим неблагоприятным признаком является отсутствие кровотока в субэндометриальном слое при динамическом наблюдении [25]. Гиперваскуляризация миометрия и соответственно повышение VI матки может встречаться при расширении аркуатного сплетения, но диагностически значимым для воспалительного процесса является сочетание с гиперваскуляризацией эндометрия.

Сужение, облитерация артериальных сосудов вследствие пролиферации соединительной ткани, склеротические и дистрофические изменения в их стенках приводят к повышению индексов периферического сопротивления в эндометрии [26, 27]. Изменения сосудистой стенки затрагивают не только эндометрий, но и миометрий. Как сообщают Ж.А. Каграманова и соавт. (2016), у каждой пятой женщины с хроническим эндометритом на-



рушения гемодинамики выявлены в сосудах матки и сосудистом бассейне малого таза [28]. Нами выявлен метроэндометрит у 28,1% больных. Вероятно, вовлечение в процесс миометрия приводит к повышению скоростных показателей маточных артерий ($V_{\max}$, $V_{\min}$ и V_{mean}) в пролиферативную фазу цикла. В секреторную фазу эти изменения менее выражены и достоверные отличия не получены. Цифровые значения как у здоровых, так и у больных оказались ниже, чем опубликованные ведущими отечественными специалистами [20, 29], что может быть связано с различным количеством наблюдений или методологическими отличиями, и аналогичными Е.В. Федоровой и А.Д. Липмана (2002) [23], а также Д.С. Лысяк и соавт. (2014) [30].

Индексы сосудистого сопротивления маточных артерий при наличии эндометрита не отличаются от нормативных значений, что связано с синхронным повышением скоростных показателей. По данным литературы, повышение RI происходит в субэндометриальном слое и, чаще всего, в эндометрии, где показатели превышают 0,5 [25]. В связи с этим вызывают удивление очень низкие значения $V_{\max}$, $V_{\min}$ и RI маточных артерий у женщин с хроническим эндометритом и группы контроля, показатели которых соответствуют аркуатным или радиальным артериям, опубликованные М.П. Плясуновой и соавт. [31].

Увеличение конечно-диастолической скорости с 4-го до 10-го дня цикла у пациенток с эндометритом отразилось на увеличении средней скорости кровотока в эти же дни цикла, которая была также выше, чем у здоровых женщин, однако к достоверному повышению ИАП это не привело. ИАП при эндометрите был монотонным, существенно ниже во II фазе цикла, в отличие от группы контроля, в которой на фоне желтого тела ИАП повышается. Возможно, бесплодие на фоне хронического эндометрита связано не только с нарушением имплантации вследствие морфологического изменения слизистой, но и с недостаточностью лютеиновой фазы цикла. Интересным является совокупность показателей ИАП и VI: ИАП дает представление об артериальном кровотоке, а VI – суммарном артериовенозном кровотоке, таким образом, конкретные значения этих индексов позволяют предположить стадию воспалительного процесса. Так, на фоне монотонных значений ИАП встречается как гипер-, так и гиповаскуляризация. Если наблюдается гиперваскуляризация, то она подтверждает венозный стаз, нарушение венозного оттока, что характерно для стадии экссудации [3]. Также на нарушение венозного оттока указывают показатели VI, соответствующие норме, но в сочетании со снижением ИАП.

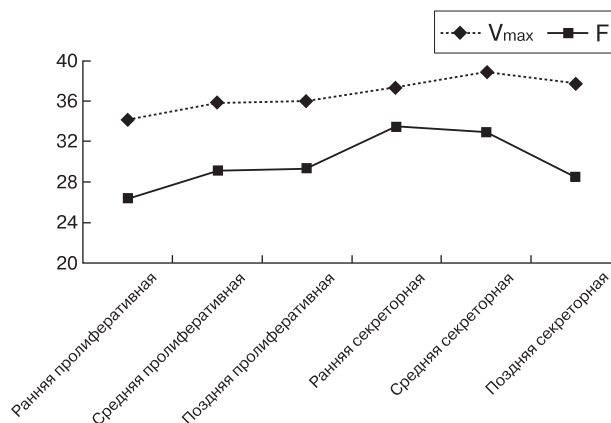


Рис. 9. Сопоставление $V_{\max}$ и FI здоровых женщин.

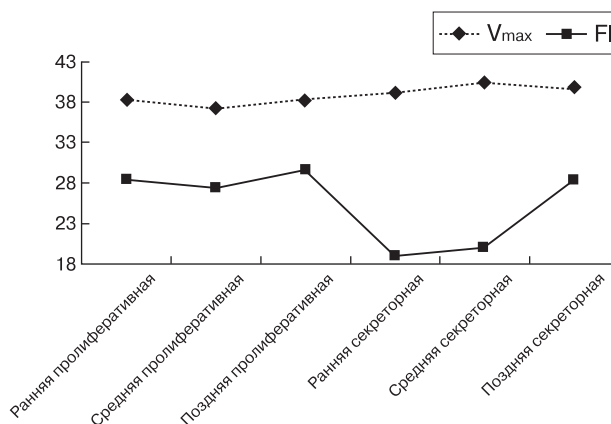
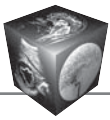


Рис. 10. Сопоставление $V_{\max}$ и FI у больных эндометритом.

В стадию пролиферации воспалительного процесса при развитии фиброза в слизистой и подлежащем миометрии гиповаскуляризация встречается на фоне снижения ИАП. Однако не в 100% случаев эндометриту сопутствуют артериовенозные нарушения, которые можно выявить с помощью VI и ИАП, а нормативные параметры этих индексов не исключают эндометрит.

В отечественной и зарубежной литературе не удалось найти обсуждения практического значения и применения потокового индекса. Сопоставляя результаты $V_{\max}$ маточной артерии и FI матки у здоровых женщин прослеживается тенденция их синхронности (рис. 9), в то время как у больных эндометритом синхронность наблюдается только в I фазу цикла, а во II фазу овуляторного цикла выявляется выраженное снижение FI в период формирования и расцвета желтого тела (рис. 10). Вероятно, интенсивность кровотока, определяемая как FI, не в полной мере соответствует линейной скорости кровотока, что требует дальнейшего изучения.



Учитывая, что большинство как признаков эндометрита в серошкальном изображении [32], так и нарушений гемодинамики выявляются в раннюю и среднюю пролиферативную фазу, оптимальным временем для диагностики заболевания является I фаза цикла до 10-го дня.

Толщина и объем эндометрия, скоростные показатели кровотока, VI, FI и ИАП снижаются у женщин в позднем репродуктивном и пременопаузальном периоде, в то время как RI и PI – повышаются [24]. Но небольшое количество больных в некоторых подгруппах по фазам цикла не позволило провести возрастной анализ перечисленных параметров.

Несмотря на полученную информацию по изменению кровотока при воспалительном процессе слизистой полости матки, необходимы дальнейшие исследования для проведения клинко-морфологических и эхографических корреляций.

Выводы

1. Эхография в сочетании с цветовым картированием, спектральной доплерографией и определением васкуляризационного индекса с помощью 3D в ангиорежиме является высокоэффективным методом для диагностики эндометрита.

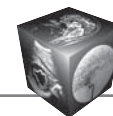
2. Характерные изменения гемодинамики при эндометрите проявляются в виде нарушения венозного оттока в матке и особенно в эндометрии при наличии гиперваскуляризации по данным васкуляризационного индекса в совокупности нормативных или сниженных показателей индекса артериальной перфузии.

3. Показатели кровотока в маточных артериях имеют более высокие значения V_{max} , V_{min} и V_{mean} ($p < 0,05$) в пролиферативную фазу цикла.

4. Уголнезависимые индексы (RI, PI) в маточных артериях не имеют диагностической значимости у больных эндометритом.

Список литературы

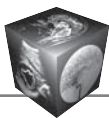
- Петров Ю.А. Хронический эндометрит в репродуктивном возрасте: этиология, патогенез, диагностика, лечение и профилактика: Дис. ...д-ра мед. наук. М., 2012. 268 с.
- Долгушина В.Ф., Надвикова Т.В., Трошина Н.А., Летягина Н.П. Клиническая характеристика хронического эндометрита. *Уральский медицинский журнал*. 2014; 1 (115): 56–59.
- Шанин В.Ю. Воспаление. Клиническая патофизиология; Под ред. Ю.Л. Шевченко. СПб.: Специальная литература. 1998: 170–197.
- Kitaya K., Yasuo T. Immunohistochemical and clinicopathological characterization of chronic endometritis. *Am. J. Reprod. Immunol.* 2011; 66 (5): 410–415. DOI: 10.1111/j.1600-0897.2011.01051.x.
- Малева Т.А. Современные методы диагностики хронического эндометрита (обзор литературы). *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; 4: 566–568.
- Адамян Л.В., Смольнова Т.Ю., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия в изучении состояния микроциркуляторного русла у гинекологических больных. *Проблемы репродукции*. 2006; 1: 21–30.
- Al-Tahami B.A., Yvonne-Tee G.B., Halim A.S., Ismail A.A., Rasool A.H. Reproducibility of laser Doppler fluximetry and the process of iontophoresis in assessing microvascular endothelial function using low current strength. *Meth. Findings Exp. Clin. Pharmacol.* 2010; 32 (3): 181–185. DOI: 10.1358/mf.2010.32.3.1423887.
- Гайдарова А.Х., Кульчицкая Д.Б., Сычева А.Ю., Алисултанова Л.С., Котенко Н.В., Тарасова Т.Ю. Динамика функциональных характеристик микроциркуляторного русла у пациенток позднего репродуктивного возраста с хроническим эндометритом под влиянием контрастного массажа. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2014; 91 (4): 33–37.
- Демидов В.Н., Гус А.И. Эхография органов малого таза у женщин. Выпуск IV. Патология полости матки и эндометрия. ВМК: Практическое пособие. М.: Изд-во БИНОМ, 2016. 160 с.
- Тапильская Н.И., Карпеев С.А., Кузнецова И.В. Хронический эндометрит – субклиническое воспалительное заболевание органов малого таза. *Гинекология*. 2014; 1: 104–109.
- Арутюнян Н.А., Зуев В.М., Ищенко А.И., Брюнин Д.В., Хохлова И.Д., Джигладзе Т.А. Оценка эффективности иммуногистохимических методов в диагностике состояния эндометрия у женщин с маточной формой бесплодия. *Клиническая медицина*. 2017; 9 (1): 103–108. DOI: 10.17691/stm2017.9.1.13.
- Колмык В.А., Насыров Р.А., Кутушева Г.Ф. Клинико-иммуногистохимические аспекты восстановления репродуктивной функции женщин с хроническим эндометритом. *Журнал акушерства и женских болезней*. 2014; 63 (4): 34–38.
- Кливленд Г.О., Ключаров И.В., Дзамуков Р.А., Цибулькина В.Н. Актуальные вопросы диагностики хронического эндометрита. *Практическая медицина*. 2016; 2 (4): 41–46.
- Munro M.G., Critchley H.O., Broder M.S., Fraser I.S. FIGO Working Group on Menstrual Disorders. FIGO classification system (PALM-COEIN) 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.
- Raine-Fenning N.J., Nordin N.M., Ramnarine K.V., Campbell B.K., Clewes J.S., Perkins A., Jonson I.R. Evaluation of the effect of machine settings on quantitative three-dimensional power Doppler angiography: an in-vitro flow phantom experiment. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2008; 32 (4): 551–559. DOI: 10.1002/uog.6138.
- Alcázar J.L., Pascual M.A., Ajossa S., de Lorenzo C., Piras A., Hereter L., Juez L., Fabbri P., Graupera B., Guerriero S. Reproducibility of the International Endometrial Analysis Group Color Score for Assigning the Amount of Flow Within the Endometrium Using Stored 3-Dimensional Volume. *J. Ultrasound Med.* 2017; 36 (7): 1347–1354. DOI: 10.7863/ultra.16.06002.



17. Mercé L.T., Alcázar J.L., Engels V., Troyano J., Bau S., Bajo J.M. Endometrial volume and vascularity measurement by transvaginal three-dimensional ultrasonography and power Doppler angiography in stimulated and tumoral endometria: intraobserver reproducibility. *Gynecol. Oncol.* 2006; 100 (3): 544–550. DOI: 10.1016/j.ygyno.2005.09.024.
18. Schulten-Wijman M.J., Struijk P.C., Brezinka C., De Jong N., Steegers E.A. Evaluation of volume vascularization index and flow index: a phantom study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2008; 32 (4): 560–564. DOI: 10.1002/uog.6112.
19. Alcázar J.L., Kudla M.J. Three-dimensional vascular indices calculated using conventional power Doppler and high-definition flow imaging: are there differences? *J. Ultrasound Med.* 2010; 29 (5): 761–766.
20. Буланов М.Н. Ультразвуковая гинекология: курс лекций: в двух частях. Ч. 1, гл. 1–13. 4-е изд. М.: Издательский дом Видар-М, 2017. 560 с.
21. Сметник В.П., Тумилович Л.Г. Неоперативная гинекология. Изд. 3. М.: МИА, 2003. 560 с.
22. Kurjak A., Shalan H., Sosic A., Benic S., Zudenigo D., Kupesic S., Predanic M. Endometrial carcinoma in postmenopausal women: evaluation by transvaginal color Doppler ultrasonography. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1993; 169: 1597–1603.
23. Федорова Е.В., Липман А.Д. Применение цветового доплеровского картирования и доплерометрии в гинекологии. М.: Издательский дом Видар-М, 2002. 104 с.
24. Озерская И.А. Эхография в гинекологии. Изд. 2, доп. М.: Издательский дом Видар-М, 2013. 568 с.
25. Color Doppler in Obstetrics, Gynecology and Infertility: Eds A. Kurjak, S. Kupesic. Zagreb-Seoul: Art Studio Azinovic-Medison, 1999. 135 p.
26. Трансвагинальный цветовой доплер: бесплодие, вспомогательная репродукция, акушерство; Под ред. А. Курьяка, А. Михайлова, С. Купешич. СПб.: Изд-во Петрополис, 2001. 294 с.
27. Гзгзян А.М., Ниаури Д.А., Коган И.Ю., Джемлиханова Л.Х., Крихели И.О., Федорова И.Д., Лесик Е.А., Шарфи Ю.Н., Шильникова Е.М. Допплерометрические показатели сосудов матки в оценке имплантационной способности эндометрия при проведении программ экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). *Журнал акушерства и женских болезней.* 2013; 62 (4): 29–34.
28. Каграманова Ж.А., Малиновская В.В., Выжлова Е.Н., Ланцакова П.Е. Новые направления в диагностике и лечении эндометрита. *Иммунология, аллергология, инфектология.* 2016; 1: 64–67.
29. Стрижаков А.Н., Давыдов А.И., Мусаев З.М. Допплерография в акушерстве и гинекологии. В кн.: Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний; Под ред. Ю.М. Никитина, А.И. Труханова. М.: Видар, 1998: 330–354.
30. Лысяк Д.С., Новолодская О.А., Быстрицкая Т.С. Маточная гемодинамика у женщин репродуктивного возраста с нормальным менструальным циклом. *Амурский медицинский журнал.* 2014; 2 (6): 84–87.
31. Плясунова М.П., Хлыбова С.В., Чичерина Е.Н. Сравнительная оценка ультразвуковых и доплерометрических показателей при хроническом эндометрите. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2014; 2: 57–64.
32. Озерская И.А., Семилетова А.А., Казарян Г.Г. Ультразвуковая диагностика эндометрита (В-режим). *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2017; 6: 36–52.

References

1. Petrov Yu.A. Chronic endometritis in reproductive age: etiology, pathogenesis, diagnosis, treatment and prevention: Dis. ... doct. of med. sci. M., 2012. 268 p. (In Russian)
2. Dolgushina V.F., Nadvikova T.V., Troshina N.A., Letyagina N.P. Clinical characteristics of chronic endometritis. *Ural Medical Journal.* 2014; 1 (115): 56–59. (In Russian)
3. Shanin V.Yu. Inflammation. Clinical pathophysiology; Ed. Yu.L. Shevchenko. SPb.: Special literature, 1998: 170–197. (In Russian)
4. Kitaya K., Yasuo T. Immunohistochemical and clinicopathological characterization of chronic endometritis. *Am. J. Reprod. Immunol.* 2011; 66 (5): 410–415. DOI: 10.1111/j.1600-0897.2011.01051.x.
5. Maleva T.A. Modern methods of diagnosis of chronic endometritis (literature review). *Int. J. Applied Basic Res.* 2016; 4: 566–568. (in Russian)
6. Adamyan L.V., Smolnova T.Yu., Sidorov V.V. Laser Doppler fluometry in studying the state of the microvasculature in gynecological patients. *Reproduction Problems.* 2006; 1: 21–30. (In Russian)
7. Al-Tahami B.A., Yvonne-Tee G.B., Halim A.S., Ismail A.A., Rasool A.H. Reproducibility of laser Doppler fluximetry and the process of iontophoresis in assessing microvascular endothelial function using low current strength. *Meth. Findings Exp. Clin. Pharmacol.* 2010; 32 (3): 181–185. DOI: 10.1358/mf.2010.32.3.1423887.
8. Gaidarova A.Kh., Kulchitskaya D.B., Sycheva A.Yu., Alisultanova L.S., Kotenko N.V., Tarasova T.Yu. The dynamics of the functional characteristics of the microvasculature in patients of late reproductive age with chronic endometritis under the influence of contrast massage. *Questions of Balneology, Physiotherapy and Medical Physical Culture.* 2014; 91 (4): 33–37. (In Russian)
9. Demidov V.N., Gus A.I. Sonography of the pelvic organs in women. Release IV. Pathology of the uterus and endometrium. VMK: A Practical Guide. M.: Publishing house BINOM, 2016. 160 p. (In Russian)
10. Tapilskaya N.I., Karpeev S.A., Kuznetsova I.V. Chronic endometritis – subclinical inflammatory disease of the pelvic organs. *Gynecology.* 2014; 1: 104–109. (In Russian)
11. Arutyunyan N.A., Zuev V.M., Ishchenko A.I., Bryunin D.V., Khokhlova I.D., Jibladze T.A. Estimation of the effectiveness of immunohistochemical methods in diagnosing the state of the endometrium in women with a uterine infertility form. *Clinical Medicine.* 2017; 9 (1): 103–108. DOI: 10.17691/stm2017.9.1.13. (In Russian)
12. Kolmyk V.A., Nasyrov R.A., Kutusheva G.F. Clinico-immunohistochemical aspects of the restoration of the reproductive function of women with chronic endometritis. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases.* 2014; 63 (4): 34–38. (In Russian)
13. Cleveland G.O., Klyucharov I.V., Deamukov R.A., Tsibulkin V.N. Actual questions of the diagnosis of chronic endometritis. *Practical Medicine.* 2016; 2 (4): 41–46. (In Russian)



14. Munro M.G., Critchley H.O., Broder M.S., Fraser I.S. FIGO Working Group on Menstrual Disorders. FIGO classification system (PALM-COEIN) for causes of abnormal uterine bleeding in nonpregnant women of reproductive age. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2011; 113 (1): 3–13. DOI: 10.1016/j.ijgo.2010.11.011.
15. Raine-Fenning N.J., Nordin N.M., Ramnarine K.V., Campbell B.K., Clewes J.S., Perkins A., Jonson I.R. Evaluation of the effect of machine settings on quantitative three-dimensional power Doppler angiography: an in-vitro flow phantom experiment. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2008; 32 (4): 551–559. DOI: 10.1002/uog.6138.
16. Alcázar J.L., Pascual M.A., Ajossa S., de Lorenzo C., Piras A., Hereter L., Juez L., Fabbri P., Graupera B., Guerriero S. Reproducibility of the International Endometrial Analysis Group Color Score for Assigning the Amount of Flow Within the Endometrium Using Stored 3-Dimensional Volume. *J. Ultrasound Med.* 2017; 36 (7): 1347–1354. DOI: 10.7863/ultra.16.06002.
17. Mercé L.T., Alcázar J.L., Engels V., Troyano J., Bau S., Bajo J.M. Endometrial volume and vascularity measurement by transvaginal three-dimensional ultrasonography and power Doppler angiography in stimulated and tumoral endometria: intraobserver reproducibility. *Gynecol. Oncol.* 2006; 100 (3): 544–550. DOI: 10.1016/j.ygyno.2005.09.024
18. Schulten-Wijman M.J., Struijk P.C., Brezinka C., De Jong N., Steegers E.A. Evaluation of volume vascularization index and flow index: a phantom study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2008; 32 (4): 560–564. DOI: 10.1002/uog.6112.
19. Alcázar J.L., Kudla M.J. Three-dimensional vascular indices calculated using conventional power Doppler and high-definition flow imaging: are there differences? *J. Ultrasound Med.* 2010; 29 (5): 761–766.
20. Bulanov M.N. Ultrasound gynecologists: a course of lectures: in two parts. Part 1, Ch. 1–13. 4th ed. M.: Vidar-M Publishing House, 2017. 560 p. (In Russian)
21. Smetnik V.P., Tumilovich L.G. Non-operative gynecology. Ed. 3. M.: MIA, 2003. 560 p. (In Russian)
22. Kurjak A., Shalan H., Sosic A., Benic S., Zudenigo D., Kupesic S., Predanic M. Endometrial carcinoma in postmenopausal women: evaluation by transvaginal color Doppler ultrasonography. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1993; 169: 1597–1603.
23. Fedorova E.V., Lipman A.D. The use of color Doppler mapping and Doppler in gynecology. M.: Vidar-M Publishing House, 2002. 104 p. (In Russian)
24. Ozerskaya I.A. Echography in gynecology. Ed. 2, add. M.: Vidar-M Publishing House, 2013. 568 p. (In Russian)
25. Color Doppler in Obstetrics, Gynecology and Infertility; Ed. A. Kurjak, S. Kupesic. Zagreb-Seoul: Art Studio Azinovic-Medison, 1999. 135 p.
26. Transvaginal color doppler: infertility, assisted reproduction, obstetrics; Ed. A. Kuryak, A. Mikhailov, S. Kupešić. SPb.: Petropolis Publishers, 2001. 294 p. (In Russian)
27. Gzgyan A.M., Niauri D.A., Kogan I.Yu., Dzhemlikhanova L.Kh., Krikheli I.O., Fedorova I.D., Lesik E.A., Sharfi Yu.N., Shilnikova E.M. Doppler measurements of uterine vessels in the assessment of endometrial implantation ability during in vitro fertilization programs (IVF). *Journal of Obstetrics and Women's Diseases.* 2013; 62 (4): 29–34. (In Russian)
28. Kagramanova Z.A., Malinovskaya V.V., Vyzhlova E.V., Lanschakova P.E. New directions in the diagnosis and treatment of endometritis. *Immunology, Allergology, Infectology.* 2016; 1: 64–67. (In Russian)
29. Strizhakov A.N., Davydov A.I., Musaev Z.M. Dopplerography in obstetrics and gynecology / Ultrasound Doppler diagnostics of vascular diseases Eds Yu.M. Nikitin, A.I. Trukhanov. M.: Vidar, 1998: 330–354. (In Russian)
30. Lysyak D.S., Novolodskaya O.A., Bystritskaya T.S. Uterine hemodynamics in women of reproductive age with a normal menstrual cycle. *Amur Medical Journal.* 2014; 2 (6): 84–87. (In Russian)
31. Plyasunova M.P., Khlybova S.V., Chicherina E.N. Comparative evaluation of ultrasound and Doppler parameters in chronic endometritis. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2014; 2: 57–64. (In Russian)
32. Ozerskaya I.A., Semiletova A.A., Kazaryan G.G. Ultrasound diagnosis of endometritis (B-mode). *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2017; 6: 36–52. (in Russian)

Для корреспонденции*: Озерская Ирина Аркадиевна – 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. Кафедра ультразвуковой диагностики и хирургии факультета непрерывного медицинского образования Российского университета дружбы народов. Тел. моб.: 8 (926) 606-09-05. E-mail: ozerskaya_usd@mail.ru

Озерская Ирина Аркадиевна – доктор мед. наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики и хирургии факультета непрерывного медицинского образования Российского университета дружбы народов, Москва.

Семилетова Анастасия Алексеевна – врач акушер-гинеколог медицинского центра “Асклепий”, Москва.

Казарян Гаяне Геворковна – врач УЗД НПЦ малоинвазивной хирургии и гинекологии, Москва.

Contact*: Irina A. Ozerskaya – Miklukho-Maklay str., 21, bldg. 3, Moscow, Russia, 117198. People's Friendship University, Department of ultrasound diagnostics and surgery. Phone: +7-926-606-09-05. E-mail: ozerskaya_usd@mail.ru

Irina A. Ozerskaya – doct. of med. sci., Professor, Ultrasound Diagnostics and Surgery Division, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow.

Anastasiya A. Semiletova – gynecologist of Asklepiion Medical Center, Moscow.

Gayane G. Kazaryan – ultrasound diagnostician of Scientific and Practical Center for Minimally Invasive Surgery and Gynecology, Moscow.

Поступила в редакцию 18.01.2019.
Принята к печати 22.01.2019.

Received on 18.01.2019.
Accepted for publication on 22.01.2019.