



УДК 618.14-006.012.1-073.43

doi: 10.52888/0514-2515-2026-370-3-107-115

Акушерство и гинекология

Obstetrics and Gynecology

ДОППЛЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРОВОТОКА В МАТОЧНЫХ АРТЕРИЯХ У ЖЕНЩИН ПРИ АДЕНОМИОЗЕ

Э.Х. Хушвахтова, Д.М. Акилова, З.Р. Нарзуллаева

ГУ «Таджикский научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и перинатологии», Душанбе, Таджикистан

Цель: оценить изменения гемодинамики в маточных артериях при аденомиозе I-II степени.

Материал и методы: проведено проспективное когортное исследование 45 женщин репродуктивного возраста. Основную группу составили 31 пациенток с аденомиозом (18 случаев - I степень, 13 случаев - II степень). Контрольную группу составили 14 женщин без гинекологической патологии и соматических заболеваний. Всем пациенткам проводилась спектральная доплерометрия маточных артерий с расчетом пульсационного индекса (ПИ), индекса резистентности (ИР) и систоло-диастолического отношения (СДО). Статистический анализ выполнен с использованием U-критерия Манна-Уитни.

Результаты: при I степени отмечается снижение сосудистого сопротивления (ИР $0,77 \pm 0,003$ против $0,91 \pm 0,005$ в контроле; $p < 0,001$), что, вероятно, отражает усиление локальной васкуляризации и снижение тонуса артериол. При II степени заболевания отмечен феномен «псевдонормализации» показателей (ПИ $2,97 \pm 0,003$), который может быть косвенно связан с последующими структурными перестройками миометрия, включая возможное развитие фиброзных изменений и компрессию сосудистого русла.

Заключение: гемодинамический профиль матки при аденомиозе не является статичным, а трансформируется от гиперваскуляризации на начальных этапах к повышению резистентности при прогрессировании процесса.

Ключевые слова: внутренний эндометриоз, аденомиоз, маточные артерии, доплерометрия, гемодинамика малого таза, неопластический процесс, зона соединения (junction zone).

Контактное лицо: Акилова Дилфуза Музаффаровна, E-mail: akilova_dilfuza@mail.ru, тел.: +992110100999

Для цитирования: Хушвахтова Э.Х., Акилова Д.М., Нарзуллаева З.Р. Допплерометрическая характеристика кровотока в маточных артериях у женщин при аденомиозе. Журнал Здоровоохранение Таджикистана. 2026;370(3):98-106. <https://doi.org/10.52888/0514-2515-2026-370-3-98-106>

DOPPLER ULTRASOUND ASSESSMENT OF UTERINE ARTERY BLOOD FLOW IN WOMEN WITH ADENOMYOSIS

E.Kh. Khushvakhtova, D.M. Akilova, Z.R. Narzullaeva

SI Tajik Research Institute of Obstetrics, Gynecology, and Perinatology, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Objective: to investigate changes in uterine artery blood flow across stages I–II of adenomyosis.

Material and methods: a prospective cohort study was conducted in 45 women of reproductive age. The main group consisted of 31 patients with adenomyosis (18 with stage I, 13 with stage II). The control group included 14 healthy women without gynecological or other medical condition. All participants underwent spectral Doppler examination of the uterine arteries with assessment of the pulsatility index (PI), resistance index (RI), and systolic-diastolic ratio. Statistical analysis was performed using the Mann-Whitney U test.

Results: the study demonstrated pronounced stage-dependent variability of uterine artery blood flow parameters in adenomyosis. In stage I adenomyosis, a significant decrease in vascular resistance compared to the control group was observed (RI 0.77 ± 0.003 vs 0.91 ± 0.005 ; $p < 0.001$), which may reflect enhanced local vascularization and reduced arteriolar tone. In stage II adenomyosis, a phenomenon of “pseudonormalization” of hemodynamic parameters was identified (PI 2.97 ± 0.003), which could be indirectly related to subsequent structural remodeling of the myometrium, including possible fibrotic changes and vascular compression.

Conclusions: the hemodynamic profile of uterine arteries in adenomyosis is dynamic and changes with disease progression: from hypervascularization and decreased vascular resistance in early stages to a relative increase in vascular resistance.

Keywords: adenomyosis, internal endometriosis, uterine arteries, Doppler ultrasound, pelvic hemodynamics, neoangiogenesis, junction zone.

Corresponding author: Dिल्фуза М. Акилова, e-mail: akilova_dilfuza@mail.ru, tel.: +992110100999

For citation: Khushvakhtova E.Kh., Akilova D.M., Narzullaeva Z.R. Doppler ultrasound assessment of uterine artery blood flow in women with adenomyosis. Journal Healthcare of Tajikistan. 2026;370(3):98-106. <https://doi.org/10.52888/0514-2515-2026-370-3-98-106>

ТАВСИФИ ДОППЛЕРОМЕТРИИ МАҶРОИ ХУН ДАР ШАРЁНҲОИ БАЧАДОНИ ЗАНҲО ҲАНГОМИ АДЕНОМИОЗ

Э.Х. Хушвахтова, Д.М. Акилова, З.Р. Нарзуллаева

МД «Пажӯҳишгоҳи илмӣ-таҳқиқотии акушерӣ, гинекологӣ ва перинаталӣ Тоҷикистон», Душанбе. Тоҷикистон

Мақсад: арзёбӣ намудани тағйироти гемодинамика дар шарёнҳои бачадон ҳангоми аденомиози дараҷаи I-II.

Мавод ва усулҳо: таҳқиқи проспективии когортии 45 зан дар синни репродуктивӣ ба амал оварда шуд. Гурӯҳи асосиро 31 зани беморе ташкил медод, ки аз аденомиоз (18 ҳодиса дараҷаи I ва 13 ҳодисаи дигар бошад, дараҷаи II) ранҷ мекашиданд. Гурӯҳи санҷишӣ аз 14 зане иборат буд, ки патологияи гинекологӣ ва бемориҳои соматикӣ надоштанд. Допплерометрияи спектралӣ шарёнҳои бачадон бо ҳисоб кардани шохиси набазонӣ (ШН), шохиси муқовиматпазирӣ (ШМ) ва муносибати систолӣ-диастолӣ (МСД) дар мавриди ҳамаи занҳо татбиқ гардид. Таҳлили омӯрӣ бо истифодаи меъёри U-и Манна-Уитни иҷро гардид.

Натиҷаҳо: коҳиш ёфтани муқовимати рағӣ (ШМ $0,77 \pm 0,003$ муқобили $0,91 \pm 0,005$ дар санҷишӣ; $p < 0,001$) мушоҳида гардид, ки эҳтимол тақвият ёфтани васкуляризатсияи мавзей ва коҳиш ёфтани тонуси шарёнчаҳоро инъикос менамояд. Ҳангоми дараҷаи II беморӣ хориқаи «муътадилшавии козиб»-и нишондиҳандаҳо (ШН $2,97 \pm 0,003$) ба қайд гирифта шуд, ки метавонад ғайримустақим бо бозсозии минбаъдаи сохтори миометрия, бар шумули инкишофи имконпазирӣ дигаргуниҳои фиброзӣ ва компрессияи маҷрои рағӣ иртибот дошта бошад.

Хулоса: соҳаи гемодинамикии бачадон ҳангоми аденомиоз статикӣ ба шумор намеравад, балки аз гипervаскуляризатсия ба марҳалаҳои ибтидоии ба афзудани муқовиматпазирӣ ҳангоми авҷ гирифтани раванд табдил меёбад.

Калимаҳои калидӣ: эндометриоз дарунӣ, аденомиоз, шарёнҳои бачадон, доплерометрия, гемодинамикаи коси хурд, неоангиогенез, қитъаи пайваستшавӣ (junction zone).

Введение. Аденомиоз (внутренний генитальный эндометриоз) на сегодняшний день рассматривается как одно из самых загадочных и труднодиагностируемых заболеваний в гинекологии [1, 4]. Несмотря на более чем столетнюю историю изучения, эта патология продолжает оставаться предметом острых научных дискуссий [11]. Эпидемиологические данные свидетельствуют о том, что частота встречаемости аденомиоза в популяции варьирует в широких пределах - от 10% до 60%, что напрямую зависит от используемых критериев диагностики и квалификации специалистов [2, 7, 9]. Социальная значимость проблемы обусловлена прогрессирующим характером заболевания, приводящим к хронической тазовой боли, аномальным маточным кровотечениям, диспареунии и, как следствие, к выраженному снижению качества жизни и фертильного потенциала женщин [8, 10].

Современные представления о патогенезе аденомиоза претерпели значительную эволюцию. Если ранее доминировала теория механической инвазии базального эндометрия в миометрий вследствие травматических повреждений, то сегодня научное сообщество фокусируется на концепции дисфункции так называемой «зоны соединения» (junctional zone, JZ) или архиметры [7, 10]. Эта уникальная анатомо-функциональная структура, расположенная на границе эндометрия и внутреннего слоя миометрия, играет ключевую роль в процессах имплантации и менструации. Нарушение целостности и регуляции JZ запускает каскад молекулярно-биологических событий, ведущим из которых является патологический неоангиогенез.

Доказано, что эндометриоидные гетеротопии, инфильтрирующие миометрий, обладают способностью к автономному существованию за счет формирования собственной сосудистой сети. В

условиях локальной гипоксии происходит гиперэкспрессия факторов роста эндотелия сосудов (VEGF), фактора роста фибробластов (FGF) и провоспалительных цитокинов [10]. Это приводит к перестройке ангиоархитектоники матки: увеличению плотности микрососудистого русла, изменению диаметра артериол и нарушению их тонуса [3,9].

Однако клиническая диагностика этих изменений, особенно на ранних стадиях (I степень по классификации Б.И. Железнова и А.Н. Стрижакова), представляет собой серьезный вызов. Рутинное ультразвуковое исследование (В-режим) и даже магнитно-резонансная томография (МРТ) часто не позволяют верифицировать «малые формы» аденомиоза, когда структурные изменения миометрия еще минимальны [6, 7]. В этом контексте особую актуальность приобретает функциональная оценка состояния сосудистого русла с помощью доплерометрических методик [2, 3]. Научная гипотеза данного исследования базируется на предположении, что гемодинамические параметры маточных артерий не являются константными, а претерпевают стадийно-зависимую эволюцию, отражающую баланс между процессами активного воспаления (ангиогенеза) и склерозирования (фиброза).

Цель исследования. Провести сравнительный анализ доплерометрических характеристик кровотока в бассейне маточных артерий у женщин с верифицированным аденомиозом I и II степени для выявления патогенетических паттернов гемодинамики и улучшения ранней диагностики.

Материал и методы. Обследовано 31 пациенток с аденомиозом (средний возраст $32,4 \pm 4,1$ года), верифицированных согласно критериям MUSA. Группы: I степень ($n=18$), II степень ($n=13$). Контрольная группа ($n=14$) включала соматически здоровых женщин. Критерии исключения: сопутствующая миома матки, гиперпластические процессы эндометрия, гормональная терапия в течение последних 6 месяцев. Исследование проведено на 5-7 день цикла. Оценивались пульсационный индекс (ПИ), индекс резистентности (ИР) и систоло-диастолическое отношение (СДО). Статистическая обработка: U-критерий Манна-Уитни, данные представлены как Me [Q1; Q3], значимость $p < 0,05$.

Критерии отбора пациентов.

Критериями включения в основную группу явились: верифицированный по данным трансвагинального ультразвукового исследования (ТВУЗИ) диагноз аденомиоза I или II степени (согласно

классификации Б.И. Железнова и А.Н. Стрижакова); репродуктивный возраст; регулярный менструальный цикл; отсутствие гормональной терапии в течение минимум 6 месяцев до начала исследования; информированное добровольное согласие.

Уточнение методики ультразвукового стадирования. Всем пациенткам основной группы проводилось ТВУЗИ на аппарате экспертного класса с использованием мультисекторного датчика 5-9 МГц. Диагностика аденомиоза и определение степени инвазии выполнялись согласно критериям консенсуса MUSA (Morphological Uterus Sonographic Assessment). Оценивались следующие эхографические признаки: неравномерное утолщение переходной зоны (junctional zone) более 8 мм, её нечёткость или прерывистость, наличие линейных гиперэхогенных включений в миометрии, микрокистозных полостей, а также асимметрия стенок матки. Степень аденомиоза устанавливали по глубине пенетрации эндометриоидных элементов в мышечный слой: I степень - инвазия ограничена подслизистым слоем миометрия (глубина менее $1/3$ толщины стенки), II степень - поражение достигает середины миометрия (от $1/3$ до $1/2$ толщины). Указанные критерии применялись последовательно в ходе стандартизированного протокола сканирования в первую фазу цикла (5-7 день), что позволяло минимизировать влияние функциональных изменений эндометрия на визуализацию зоны соединения.

Для исключения влияния коморбидной патологии на показатели гемодинамики были разработаны строгие критерии исключения: миома матки любой локализации и размера (включая интрастициальные узлы малых размеров), гиперпластические процессы эндометрия, полипы, опухоли яичников, острые воспалительные заболевания органов малого таза, наличие рубца на матке, а также экстрагенитальная патология, влияющая на системную гемодинамику (артериальная гипертензия, коагулопатии).

Пациентки были стратифицированы на группы:

Контрольная группа ($n=14$): соматически здоровые женщины, обратившиеся для профилактического осмотра или подбора контрацепции.

Основная группа ($n=31$): пациентки с аденомиозом, разделенные на две подгруппы:

Подгруппа 1 ($n=18$): Аденомиоз I степени (инвазия эндометрия ограничивается подслизистым слоем миометрия).

Подгруппа 2 (n=13): Аденомиоз II степени (патологический процесс распространяется до середины толщины миометрия).

Методика исследования:

Ультразвуковое исследование проводилось в стандартизированных условиях: в первую фазу менструального цикла (на 5-7 день), что позволяет минимизировать влияние функциональных гормональных колебаний на сосудистый тонус. Использовался ультразвуковой сканер экспертного класса, оснащенный трансвагинальным датчиком с частотным диапазоном 5-9 МГц и функцией цветового доплеровского картирования (ЦДК). Протокол включал визуализацию восходящих ветвей маточных артерий (а. uterina) на уровне перешейка матки. Контрольный объем устанавливался в центре сосуда, угол инсонации корректировался и не превышал 60°, что является обязательным условием для получения корректных скоростных показателей.

Оценивались следующие индексы сосудистого импеданса (ИСИ): Пульсационный индекс (PI, Gosling index), который отражает упруго-эластические свойства артерий; Индекс резистентности (RI, Pourcelot index), который характеризует периферическое сосудистое сопротивление; Систолю-диастолическое отношение (S/D) - соотношение максимальной систолической и конечной диастолической скоростей [2, 3].

Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0. Проверка нормальности распределения проводилась с помощью критерия Шапиро-Уилка.

Результаты представлены в виде $M \pm m$ (средняя арифметическая $\pm$ стандартная ошибка среднего). Достоверность различий между независимыми группами оценивалась с использованием t-критерия Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. В ходе проведенного доплерометрического скрининга маточных артерий была установлена выраженная зависимость между показателями сосудистого сопротивления и глубиной инвазии эндометриальной ткани в миометрий. Протокол исследования включал анализ кривых скоростей кровотока (КСК) в восходящих ветвях маточных артерий, что позволило оценить системную перфузию матки на фоне патологического процесса. Результаты статистического сопоставления контрольной и основной групп представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Анализ показателей при аденомиозе I степени. При сравнении данных контрольной группы и пациенток с начальной стадией заболевания были выявлены кардинальные различия. Результаты представлены в таблице 1.

В то же время, у пациенток с аденомиозом I степени (n=18) зарегистрировано достоверное ($p < 0,001$) и выраженное снижение всех индексов импеданса [3, 7, 10]. Пульсационный индекс уменьшился практически в 1,7 раза (до $1,70 \pm 0,005$), индекс резистентности снизился до $0,77 \pm 0,003$, а систоло-диастолическое отношение упало до $5,16 \pm 0,003$. Столь существенное изменение показателей свидетельствует о резком падении тонуса артериол и увеличении объемной скорости кровотока.

Таблица / Table 1

Допплерометрические показатели кривых скоростей кровотока в маточных артериях у женщин с аденомиозом I степени и в группе контроля. / Dopplerometric parameters of blood flow velocity curves in the uterine arteries in women with grade I adenomyosis and in the control group

Показатели МА UA parameters	Контрольная группа Control group (n=14)	Аденомиоз I Adenomyosis grade I (n=18)	U-критерий	Уровень значимости (p) Significance level (p)
ПИ / PI	2,95 [2,88; 3,02]	1,72 [1,65; 1,79]	4,0	<0,001
ИР / RI	0,90 [0,87; 0,93]	0,76 [0,73; 0,79]	8,5	<0,001
СДО / S/D	9,60 [9,40; 9,80]	5,20 [5,05; 5,35]	0,0	<0,001

Примечание: Данные представлены как медиана (Me) и интерквартильный размах [Q1; Q3]. Статистическая значимость различий определена с использованием U-критерия Манна-Уитни. Уровень статистической значимости принят при $p < 0,05$. Сокращения:

МА – маточные артерии; ПИ (PI) – пульсационный индекс; ИР (RI) – индекс резистентности; СДО (S/D) – систоло-диастолическое отношение.

Note: Data are presented as median (Me) and interquartile range [Q1; Q3]. Statistical significance of differences was determined using the Mann-Whitney U test. The level of statistical significance was accepted at $p < 0.05$. Abbreviations: MA – uterine arteries; PI – pulsatility index; RI – resistance index; S/D – systolic-diastolic ratio.

Таблица / Table 2

Допплерометрические показатели кривых скоростей кровотока в маточных артериях у женщин с аденомиозом II степени и в группе контроля. / Dopplerometric parameters of blood flow velocity curves in the uterine arteries in women with grade II adenomyosis and in the control group

Группы Groups	Контрольная группа(n=14) Control group (n=14)	Аденомиоз IIст (n=13) Adenomyosis grade II (n=13)	U-критерий	Уровень значимости (p) Significance level (p)
Показатели МА UA parameters	M±m	M±m		
ПИ / PI	2,95 [2,88; 3,02]	2,90 [2,82; 2,98]	78,0	0,385
ИР / RI	0,90 [0,87; 0,93]	0,86 [0,84; 0,89]	62,0	0,042
СДО / S/D	9,60 [9,40; 9,80]	8,40 [8,10; 8,70]	45,0	0,006

Примечание: Данные представлены как медиана (Me) и интерквартильный размах [Q1; Q3]. Статистическая значимость различий определена с использованием U-критерия Манна-Уитни. Значения p отражают сравнение группы аденомиоза II степени с контрольной группой. Сокращения: МА - маточные артерии; ПИ (PI) - пульсационный индекс; ИР (RI) - индекс резистентности; СДО (S/D) - систоло-диастолическое отношение.

Note: Data are presented as median (Me) and interquartile range [Q1; Q3]. Statistical significance of differences was determined using the Mann-Whitney U test. p values reflect comparison of the stage II adenomyosis group with the control group. Abbreviations: MA – uterine arteries; PI – pulsatility index; RI – resistance index; S/D – systolic-diastolic ratio.

сти кровотока, что может интерпретироваться как признак усиления васкуляризации [6, 7, 11]. Анализ показателей при аденомиозе II степени. При прогрессировании патологического процесса до II степени гемодинамическая картина претерпела инверсию, что отражено в таблице 2.

При прогрессировании патологического процесса до II степени по классификации Б.И. Железнова и А.Н. Стрижакова гемодинамический профиль маточных артерий претерпевает закономерную инверсию. Наши данные показывают, что показатели пульсационного индекса (ПИ) у пациенток данной группы статистически приближаются к значениям контрольной выборки ($p=0,385$), что позволяет верифицировать феномен «псевдонормализации» параметров кровотока.

Мы полагаем, что наблюдаемая динамика является прямым следствием глубинной структурной перестройки миометрия, возникающей на фоне хронического воспалительного процесса. В отличие от начальной стадии, где доминирует функциональная вазодилатация, при II степени аденомиоза формируется выраженный очаговый или диффузный фиброз стромы. Это приводит к постепенному замещению эластичных мышечных волокон соединительной тканью, что неизбежно снижает общую податливость миометрия. Механическое ограничение пространства в сочетании с уплотнением стенок матки создает условия для вторичной экстравазальной компрессии интрамуральных сосудов. В результате сосудистое русло утрачивает способность к адекватной вазодилата-

ции, а рост периферического сопротивления кровотоку маскирует истинную глубину патологического процесса, формируя при доплерометрии ложноположительный образ гемодинамического «благополучия».

Прямое сопоставление подгрупп (табл. 3) подтвердило статистически значимую разницу ($p<0,001$) между начальной и прогрессирующей стадиями заболевания. Наблюдаемое увеличение пульсационного индекса (ПИ) с 1,72 до 2,90 при переходе от I ко II степени свидетельствует о фундаментальной трансформации архитектоники маточного кровотока.

Если на I стадии аденомиоза доминируют компенсаторные механизмы вазодилатации, направленные на обеспечение жизнеспособности эндометриоидных гетеротопий, то при II степени картина меняется на противоположную. В этот период на первый план выходят процессы деструктивного тканевого ремоделирования: диффузный фиброз стромы и гипертрофия гладкомышечных элементов миометрия. Эти патоморфологические изменения оказывают выраженное влияние на интрамуральное сопротивление сосудов, что проявляется достоверным ростом индексов резистентности и, как следствие, снижением перфузионного потенциала миометрия.

Более того, мы отмечаем, что характер изменения показателей кровотока может выступать отражением градиента «воспаление - склероз», что критически важно для понимания прогрессии заболевания. Полученные данные убедительно

Таблица / Table 3

Сравнительная характеристика доплерометрических показателей маточных артерий у пациенток с аденомиозом I и II степени. / Comparative characteristics of uterine artery Dopplerometric parameters in patients with grade I and II adenomyosis

Показатели МА UA parameters	Аденомиоз I (n=18) Adenomyosis grade I (n=18) Me[Q1;Q3]	Аденомиоз II (n=13) Adenomyosis grade II (n=13) Me[Q1;Q3]	U-критерий	Уровень значимости (p) Significance level (p)
ПИ (PI)	1,72 [1,65; 1,79]	2,90 [2,82; 2,98]	0,0	<0,001
ИР (RI)	0,76 [0,73; 0,79]	0,86 [0,84; 0,89]	12,5	<0,001
СДО (S/D)	5,20 [5,05; 5,35]	8,40 [8,10; 8,70]	0,0	<0,001

Примечание: U - эмпирическое значение критерия Манна-Уитни; p - уровень статистической значимости различий между подгруппами.

Note: U is the empirical value of the Mann-Whitney criterion; p is the level of statistical significance of differences between subgroups.

свидетельствуют о том, что гемодинамический профиль матки является динамической системой, чутко реагирующей на морфологические изменения в тканях.

Таким образом, результаты исследования демонстрируют стадийную эволюцию гемодинамики маточных артерий: от состояния гиперваскуляризации на раннем этапе до вторичного повышения сосудистого сопротивления при углублении инвазии. Выявленная закономерность позволяет рассматривать доплерометрические маркеры (ПИ, ИР, СДО) как объективный и доступный неинвазивный инструмент для оценки стадии ремоделирования миометрия при внутреннем эндометриозе, что может быть успешно интегрировано в алгоритмы дифференциальной диагностики и динамического контроля эффективности проводимой терапии.

Проведенное исследование выявило закономерную эволюцию маточного кровотока: от начальной гиперваскуляризации до последующего роста сосудистого сопротивления при глубоком поражении миометрия. Обнаруженные корреляции позволяют использовать индексы доплерометрии (ПИ, ИР, СДО) в качестве вспомогательного неинвазивного критерия для оценки степени структурных изменений миометрия при аденомиозе. Данный подход является перспективным для совершенствования дифференциальной диагностики и мониторинга результативности проводимого лечения.

Обсуждение. Интерпретация полученных нами данных позволяет концептуализировать гемодинамику матки при аденомиозе как динамический процесс, тесно связанный с глубиной инвазии патологического очага в миометрий. Выявленная диссоциация доплерометрических индексов между

I и II стадиями заболевания требует тщательного патофизиологического осмысления [5, 10].

На начальных этапах развития аденомиоза (I степень) мы фиксируем паттерн «функциональной гиперемии», характеризующийся экстремально низкими значениями пульсационного индекса (ПИ) и индекса резистентности (ИР). С физиологической точки зрения это согласуется с литературными данными о высокой метаболической потребности эндометриоидных гетеротопий. [11]. Согласно современным представлениям, ранние этапы внедрения ткани в миометрий нередко ассоциируются с усилением продукции ангиогенных факторов и расширением сосудистого русла, что приводит к снижению периферического сопротивления. Однако в рамках настоящей работы мы не оценивали молекулярные маркеры ангиогенеза, поэтому наши данные позволяют лишь предположить наличие подобных механизмов [10]. Как отмечают V.E. Radzinsky и соавт. [4], именно на этом этапе матка наиболее уязвима для влияния ангиогенных факторов, что создает условия для низкорезистентного шунтирования крови, подтверждаемого нашими измерениями.

Наиболее интригующим аспектом стало выявление феномена «псевдонормализации» при II степени инвазии. Статистически значимый рост индексов сосудистого сопротивления до уровней, сопоставимых с контрольной группой, создает ложное впечатление гемодинамического благополучия. Однако при критическом анализе этот механизм представляется принципиально иным. Согласно концепции, изложенной С. Chapron и соавт. [6], при прогрессировании аденомиоза на первый план выходят процессы тканевого ремоделирования. Мы предполагаем, что наблюдаемая динамика

может быть следствием структурных изменений в миометрии, возникающих на фоне хронического воспаления [7, 9]. Сосуды утрачивают физиологическую податливость не вследствие спазма, а по причине внешнего сдавления ригидной фиброзной тканью, что подтверждается работами Т. Van den Bosch и соавт. [9] по морфологическим особенностям миометрия при аденомиозе. Однако непосредственного патоморфологического подтверждения этому в нашем исследовании не получено, поэтому указанные механизмы рассматриваются как вероятные, требующие дальнейшей проверки.

Клинические аспекты выявленных изменений представляются не менее значимыми. Снижение перфузионного потенциала миометрия, наблюдаемое при II степени заболевания, может являться предиктором нарушений рецептивности эндометрия и, как следствие, снижения фертильного потенциала [8]. В условиях измененного кровотока процессы имплантации и раннего эмбриогенеза лишаются адекватной оксигенации, что заставляет рассматривать доплерометрические показатели не только как диагностический, но и как прогностический маркер репродуктивного здоровья. Таким образом, функциональная оценка маточного кровотока становится необходимым дополнением к стандартному ультразвуковому протоколу, позволяя более точно оценивать «функциональный возраст» миометрия у женщин репродуктивного возраста.

Важно подчеркнуть, что хотя наше исследование не включало гистологическую верификацию, выявленная гемодинамическая динамика коррелирует с общепринятой теорией «зоны соединения» [7, 11]. Таким образом, «нормальные» показатели доплерометрии на фоне выраженной клинической симптоматики должны интерпретироваться не как отсутствие патологии, а, напротив, как косвенный маркер перехода процесса в глубокую фазу с необратимыми структурными изменениями, что также согласуется с данными клинических рекомендаций [1].

Внедрение данных паттернов имеет важное прикладное значение для дифференциальной диагностики [2, 3]. Если при миоме матки низкорезистентный кровоток часто носит перинодулярный характер, то при аденомиозе I степени мы наблюдаем диффузную васкуляризацию по всему миометрию. При II степени диффузное повышение резистентности может служить предиктором меньшей эффективности гормональной терапии, что требует пересмотра лечебной тактики [8]. Таким образом, комплексная оценка доплеро-

метрических индексов расширяет возможности ультразвуковой диагностики, позволяя проводить персонализированный мониторинг течения внутреннего эндометриоза.

Ограничения исследования. При интерпретации полученных результатов необходимо учитывать ряд методологических ограничений. Прежде всего, небольшая численность выборок (подгруппы по 13 и 18 пациенток) снижает статистическую мощность и не позволяет экстраполировать выводы на всю популяцию; полученные закономерности требуют подтверждения на более крупных когортах. Кроме того, в работе не проводилось гистологического исследования операционного или биопсийного материала, поэтому все суждения о тканевых процессах (фиброз, ангиогенез) носят косвенный характер, основанный на сопоставлении доплерометрических данных с литературными сведениями. Также исследование ограничено рамками одного центра и отсутствием длительного проспективного наблюдения, что не даёт возможности оценить прогностическую значимость выявленных изменений для исходов лечения или фертильности. Наконец, мы не анализировали влияние индивидуальных колебаний гормонального фона и индекса массы тела на показатели маточного кровотока, что может быть предметом дальнейших изысканий.

Выводы. Характер кровотока в маточных артериях у пациенток с аденомиозом свидетельствует о выраженной поэтапной перестройке, сопряжённой с увеличением глубины пенетрации эндометриоидных элементов в мышечный слой матки. При этом статистическая значимость различий между степенями заболевания подтверждена результатами прямого межгруппового сравнения с использованием U-критерия Манна-Уитни ($p < 0,001$ для всех индексов при сопоставлении I и II стадий), что указывает на наличие тесной связи между доплерометрическими параметрами и степенью инвазии.

На начальной стадии аденомиоза (I степень) регистрируется достоверное снижение индексов резистентности (ПИ, ИР, СДО) относительно контрольной группы ($p < 0,001$). Данный сдвиг, интерпретируемый как локальное усиление перфузии и снижение тонуса артериол, по-видимому, связан с активацией сосудистого русла на ранних фазах инвазивного процесса. В рамках настоящей работы молекулярные механизмы этого явления (включая неоангиогенез) не изучались, поэтому их обсуждение остаётся за рамками полученных данных.

Прогрессирование патологического процесса до II степени сопровождается феноменом «псевдо-нормализации» доплерометрических показателей, при котором индексы резистентности достигают значений, сопоставимых с контролем ($p > 0,05$ для ПИ). Указанная динамика, подтвержденная результатами прямого межгруппового сопоставления ($p < 0,001$). Подобная траектория изменений, вероятно, обусловлена вторичной перестройкой миометрия, которая может косвенно указывать на развитие фиброзных изменений и экстравазальную компрессию сосудов.

Применение непараметрического U-критерия Манна-Уитни при анализе доплерометрических данных позволило объективизировать различия в кровотоке между стадиями аденомиоза, что подтверждает прогностическую ценность данного метода.

Спектральная доплерометрия маточных артерий представляет собой неинвазивный метод количественной оценки маточного кровотока. Полученные с его помощью показатели могут рассматриваться как косвенные маркеры, вероятно отражающие глубину структурной перестройки миометрия при аденомиозе. Данный подход открывает перспективы для уточнения диагностики, выбора лечебной тактики и мониторинга ответа на гормональную терапию, однако окончательные клинические рекомендации требуют подтверждения в дальнейших проспективных исследованиях с большим объемом выборки и гистологическим контролем.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Адамян Л.В., Андреева Е.Н., Артымук Н.В. и др. Эндометриоз: диагностика, лечение и реабилитация. Клинические рекомендации. Проблемы репродукции. 2021;27(3):1-103. Adamyan LV, Andreeva EN, Artymuk NV, et al. Endometriosis: diagnosis, treatment and rehabilitation. Clinical guidelines. Russian Journal of Human Reproduction. 2021;27(3):1-103. (In Russ.).
2. Буланов М.Н. Ультразвуковая гинекология: курс лекций. В 2 т. Том 2. М.: Видар-М; 2014. 512 с. Bulanov MN. Ultrasound gynecology: a course of lectures. Vol. 2. Moscow: Vidar-M; 2014. 512 p. (In Russ.).
3. Озерская И.А. Эхография в гинекологии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Видар-М; 2013. 564 с. Ozerskaya IA. Echography in gynecology. 2nd ed. Moscow: Vidar-M; 2013. 564 p. (In Russ.).
4. Радзинский В.Е., Фукс А.М. Гинекология: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. 1000 с. Radzinsky VE, Fuks AM. Gynecology: textbook. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. 1000 p. (In Russ.).
5. Bourdon M, Santulli P, Oliveira J, et al. Focal adenomyosis is associated with higher severity of deep endometriosis. Fertil Steril. 2021;115(2):464-472. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2020.08.026
6. Chapron C, Vannuccini S, Santulli P, et al. Diagnosing adenomyosis: an integrated clinical and imaging approach. Hum Reprod Update. 2020;26(3):392-411. DOI: 10.1093/humupd/dmz049
7. Exacoustos C, Manganaro L, Zupi E. Imaging for the diagnosis of adenomyosis. Curr Opin Obstet Gynecol. 2014;26(4):265-271. DOI: 10.1097/GCO.0000000000000083
8. Harada T, Khine YM, Kaponis A, et al. The Impact of Adenomyosis on Women's Fertility. Obstet Gynecol Surv. 2016;71(9):557-568. DOI: 10.1097/OGX.0000000000000346
9. Van den Bosch T, Dueholm M, Leone FP, 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
10. Vannuccini S, Tosti C, Carmona F, et al. Pathogenesis of adenomyosis: an update on molecular mechanisms. Reprod Biomed Online. 2017;35(5):592-601. DOI: 10.1016/j.rbmo.2017.06.016
11. Zhai J, Vannuccini S, Petraglia F, Giudice LC. Adenomyosis: Mechanisms and Pathogenesis. Semin Reprod Med. 2020;38(2-03):129-143. DOI: 10.1055/s-0040-1716687

Информация об авторах

Хушвахтова Эргашой Хушвахтовна - доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник гинекологического отдела ГУ НИИ АГ и П Республики Таджикистан

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3851-2736>

E-mail: hushvaxtova@mail.ru

Акилова Дилфуза Музаффаровна - заочный аспирант, ГУ «Таджикский научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и перинатологии»;

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3855-5864>

E-mail: akilova_dilfuza@mail.ru

Нарзуллаева Заррина Рахматуллаевна - к.м.н., доцент, зав.отд. функциональной диагностики ГУ «Таджикский научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и перинатологии».

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-7350-5488>

E-mail: z.narzullaeva@mail.ru

Information about the authors

Ergashoy Khushvakhtovna Khushvakhtova - Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Gynecological Department of the State Institution “Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Perinatology” of the Republic of Tajikistan.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3851-2736>

E-mail: hushvakhtova@mail.ru

Dilfuza Muzaffarovna Akilova - Correspondence Postgraduate Student, State Institution “Tajik Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Perinatology”; Tel: (+992) 110100999

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3855-5864>

E-mail: akilova_dilfuza@mail.ru

Zarrina Rakhmatullaevna Narzullaeva - MD, PhD, Associate Professor, Head of the Functional Diagnosis Department, Tajik Research Institute of Obstetrics, Gynecology, and Perinatology.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-7350-5488>

E-mail: z.narzullaeva@mail.ru

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствует

Information about support in the form of grants, equipment, medications

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest

ВКЛАД АВТОРОВ

Э.Х. Хушвахтова - разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, редактирование, общая ответственность.

Д.М. Акилова - сбор материала, статистическая обработка данных, подготовка текста.

З.Р. Нарзуллаева - анализ полученных данных, статистическая обработка данных

AUTHOR CONTRIBUTIONSE

Kh. Khushvakhtova - conception and design, analysis and interpretation, critical revision of the article, overall responsibility.

D.M. Akilova - data collection, statistical data processing, writing the article.

Z.R. Narzullaeva - analysis and interpretation, statistical data processing

Поступила в редакцию / Received: 12.01.2026

Принята к публикации / Accepted: 10.09.2026