



# 3D-УЗИ в оценке имплантационных свойств эндометрия после органосохраняющих операций по поводу эндометриодных кист яичников

А.А. Соломатина<sup>1</sup>, А.Г. Конопляников<sup>1</sup>, И.З. Хамзин<sup>2</sup>, О.В. Братчикова<sup>1</sup>, Л.Б. Чабиева<sup>1</sup>, Э.С. Степанян<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Россия, г. Москва

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 Департамента здравоохранения города Москвы»; Россия, г. Москва

## РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** оценка имплантационных свойств эндометрия у пациенток, перенесших органосохраняющие операции по поводу эндометриодных кист яичников (ЭКЯ), по данным 3D-эхографии.

**Дизайн:** проспективное сравнительное клиническое исследование.

**Материалы и методы.** Обследованы 172 женщины, перенесшие кистэктомию по поводу ЭКЯ: 114 пациенток с уровнем антимюллера гормона (АМГ) менее 1,2 нг/мл (группа I; в том числе подгруппа А — 44 женщины моложе 35 лет, подгруппа Б — 70 женщин в возрасте 35–40 лет) и 58 пациенток с АМГ ≥ 1,2 нг/мл (группа II).

3D-эхографию проводили через 6 и 12 месяцев после кистэктомии (на 6–8-й день от даты овуляции). В программном обеспечении VOCAL оценивали объем эндометрия и индексы объемного кровотока: VI (индекс васкуляризации), FI (индекс потока), VFI (индекс перфузии).

**Результаты.** Через год после операции объем эндометрия у женщин подгруппы IA и II группы и индексы объемного кровотока у пациенток II группы не имели статистически значимых отличий от средних популяционных значений. В подгруппе IB в течение всего периода наблюдения объем железистого слоя матки оставался сниженным, гемодинамика не улучшилась ни в эндометрии (VI: 2,39 ± 1,57% через 6 месяцев и 2,32 ± 1,44% через 12 месяцев), ни в субэндометриальной зоне (VI: 10,96 ± 5,68% и 11,86 ± 4,59% соответственно).

**Заключение.** Выявленные структурные и гемодинамические изменения в эндометрии в послеоперационном периоде следует рассматривать как факторы нарушения имплантационных свойств эндометрия.

**Ключевые слова:** эндометриоз яичников, эндометриопатия, 3D-эхография, индексы объемного кровотока.

**Вклад авторов:** Соломатина А.А., Конопляников А.Г. — разработка дизайна исследования, статистическая обработка данных, проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации; Хамзин И.З., Братчикова О.В. — сбор клинического материала, обработка, анализ и интерпретация данных, написание текста; Чабиева Л.Б. — обзор публикаций по теме статьи, обследование пациенток, анализ и интерпретация данных; Степанян Э.С. — обзор публикаций по теме статьи, обследование пациенток.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

**Для цитирования:** Соломатина А.А., Конопляников А.Г., Хамзин И.З., Братчикова О.В., Чабиева Л.Б., Степанян Э.С. 3D-УЗИ в оценке имплантационных свойств эндометрия после органосохраняющих операций по поводу эндометриодных кист яичников. Доктор.Ру. 2020; 19(8): 66–70. DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-8-66-70



## 3D-ultrasonography for Assessing Endometrial Receptivity to Implantation after Conservative Surgery for Ovarian Endometriomas

A.A. Solomatina<sup>1</sup>, A.G. Konoplyannikov<sup>1</sup>, I.Z. Khamzin<sup>2</sup>, O.V. Bratchikova<sup>1</sup>, L.B. Chabieva<sup>1</sup>, E.S. Stepanyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (a Federal Government Autonomous Educational Institution of Higher Education), Russian Federation Ministry of Health; 42 Lobachevsky St., Moscow, Russian Federation 117415

<sup>2</sup> City Clinical Hospital No. 31 (a Government-funded Healthcare Institution), Moscow City Department of Health; 42 Lobachevsky St., Moscow, Russian Federation 117415

## ABSTRACT

**Study Objective:** To assess, based on 3D-ultrasonography data, endometrial receptivity to implantation in women who have undergone conservative surgery for ovarian endometriomas (OE).

**Study Design:** This was a prospective, comparative, clinical study.

Соломатина Антонина Андреевна — профессор кафедры акушерства и гинекологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, д. м. н., профессор. 117415, Россия, г. Москва, ул. Лобачевского, д. 42. eLIBRARY SPIN: 7681-9893. <https://orcid.org/0000-0002-3802-7343>. E-mail: 9200690@mail.ru

Конопляников Александр Георгиевич — профессор кафедры акушерства и гинекологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, д. м. н., доцент. 117209, Россия, г. Москва, Севастопольский пр-т, д. 24А. eLIBRARY SPIN: 6579-3157. <https://orcid.org/0000-0001-9923-8833>. E-mail: nro.med@gmail.com

Хамзин Ильдар Закирович (автор для переписки) — к. м. н., врач акушер-гинеколог ГБУЗ «ГКБ № 31 ДЗМ». 117415, Россия, г. Москва, ул. Лобачевского, д. 42. eLIBRARY SPIN: 9538-8196. <https://orcid.org/0000-0002-9039-9929>. E-mail: dr.khamzin@gmail.com

Братчикова Ольга Владимировна — к. м. н., ассистент кафедры акушерства и гинекологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. 117415, Россия, г. Москва, ул. Лобачевского, д. 42. E-mail: eke.quick@list.ru

Чабиева Лейла Багаудиновна — аспирант кафедры акушерства и гинекологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. 117415, Россия, г. Москва, ул. Лобачевского, д. 42. E-mail: chabieva006@mail.ru

Степанян Элен Сергеевна — аспирант кафедры акушерства и гинекологии педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. 117415, Россия, г. Москва, ул. Лобачевского, д. 42. E-mail: elen@stepanyan.am

**Materials and Methods:** One hundred and seventy-two women who had undergone excision of OE were examined in the study: 114 patients with anti-Müllerian hormone (AMH) levels below 1.2 ng/mL (Group I, including subgroup A made up of 44 women younger than 35 and subgroup B made up of 70 women aged 35 to 40) and 58 patients with AMH  $\geq 1.2$  ng/mL (Group II).

3D-ultrasonography was performed at six and 12 months after cyst removal (between days 6 and 8 after ovulation). The VOCAL software was used to assess endometrial volume and volumetric blood flow indices, such as vascularization index (VI), flow index (FI), and vascularization-flow index (VFI).

**Study Results:** One year after the surgery, endometrial volume in women from subgroup IA and Group II and volumetric blood flow indices in women from Group II did not significantly differ from population mean values. In subgroup IB endometrial gland volume remained reduced throughout the observation period; hemodynamics did not improve in either the endometrium (VI:  $2.39 \pm 1.57\%$  after six months and  $2.32 \pm 1.44\%$  after 12 months) or the subendometrial layer (VI:  $10.96 \pm 5.68\%$  and  $11.86 \pm 4.59\%$ , respectively).

**Conclusion:** The structural and hemodynamic abnormalities revealed in the endometrium in the postoperative period should be viewed as factors worsening endometrial receptivity to implantation.

**Keywords:** ovarian endometriosis, endometrial disorders, 3D-ultrasonography, volumetric blood flow indices.

**Contributions:** Dr. A.A. Solomatina and Dr. A.G. Konoplyannikov designed the study, did statistical analysis, checked critically important content, and approved the final version of the manuscript submitted for publication. Dr. O.V. Bratchikova and Dr. I.Z. Khamzin collected clinical material, processed, analyzed, and interpreted data, and wrote the paper. Dr. L.B. Chabieva reviewed relevant publications, was responsible for examination of patients, and participated in data analysis and interpretation. Dr. E.S. Stepanyan reviewed relevant publications and examined patients.

**Conflict of interest:** The authors declare that they do not have any conflict of interests.

**For citation:** Solomatina A.A., Konoplyannikov A.G., Khamzin I.Z., Bratchikova O.V., Chabieva L.B., Stepanyan E.S. 3D-ultrasonography for Assessing Endometrial Receptivity to Implantation after Conservative Surgery for Ovarian Endometriomas. Doctor.Ru. 2020; 19(8): 66–70. (in Russian). DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-8-66-70

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день эндометриозные кисты яичников (ЭКЯ) — одно из основных показаний к выполнению оперативного вмешательства на придатках матки [1]. ЭКЯ являются фактором угнетения овариального резерва (ОР) как на дооперационном этапе (за счет непосредственного негативного влияния на морфофункциональное состояние гонады), так и в послеоперационном периоде (за счет непреднамеренного удаления здоровой ткани яичника вместе со стенкой образования) [2].

В настоящее время все больше внимания уделяется изучению опосредованных изменений в эндометрии на фоне скомпрометированной овариальной ткани, приводящей к формированию эндометриопатии, снижающей вероятность благополучного наступления беременности [3]. У последовательных изменений эндометрия в течение менструального цикла имеются ультразвуковые маркеры. Полученные знания позволяют прогнозировать вероятность наступления беременности в естественном цикле. Морфологическая трансформация в эндометрии, определяющая его имплантационные свойства, по мнению ряда авторов, сопряжена с васкуляризацией преимущественно самого эндометрия, обусловленной формированием спиральных артерий и увеличением кровотока в базальных артериях субэндометриальной зоны [4, 5].

Возможности неинвазивной оценки морфологических свойств эндометрия по-прежнему ограничиваются использованием УЗИ. В последнее десятилетие в клиническую практику внедрена методика оценки эндометриального кровотока на основании данных объемного энергетического доплера [6]. Двухмерная эхография с применением режима энергетического доплера с последующей трехмерной реконструкцией в программе VOCAL<sup>1</sup> позволяет взглянуть на ультразвуковые маркеры рецептивности эндометрия с новых позиций.

Ранее нами была показана определенная значимость 2D-эхографического профиля эндометрия в оценке структуры, толщины и гемодинамики (индекса резистентности, пульсационного индекса, отношения максимальной систолической скорости кровотока к максимальной диастолической скорости) у пациенток, перенесших органосохраняющие операции по поводу ЭКЯ [7]. В рамках данного исследования изучение морфофункционального состояния эндометрия получило продолжение с использованием 3D-эхографии.

**Цель исследования:** оценка имплантационных свойств эндометрия у пациенток, перенесших органосохраняющие операции по поводу ЭКЯ, по данным 3D-эхографии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В протокол проспективного сравнительного клинического исследования были включены 172 пациентки репродуктивного возраста (по критериям STRAW+10 [8]), перенесшие органосохраняющие операции в связи с ЭКЯ в Городской клинической больнице № 31 Департамента здравоохранения города Москвы (главный врач — к. м. н. Ефремова Н.М.), на клинической базе кафедры акушерства и гинекологии педиатрического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова Минздрава России (заведующий кафедрой — академик РАН, д. м. н., профессор Курцер М.А.). Всем пациенткам была предоставлена письменная и устная информация о методах обследования, и все дали согласие на участие в исследовании. Протокол исследования получил одобрение этического комитета РНИМУ им. Н.И. Пирогова.

Критерии включения в исследование:

- возраст от 18 до 40 лет;
- регулярный менструальный цикл;
- ЭКЯ размерами 3,0–5,0 см в анамнезе;
- бесплодие в анамнезе;
- ИМТ 18,5–24,9 кг/м<sup>2</sup>;
- отсутствие тяжелой экстрагенитальной патологии.

Из протокола исследования исключались пациентки, ранее перенесшие операции на матке и придатках, с сопутствующей гинекологической патологией и мужским фактором бесплодия в семейной паре.

Основным биохимическим индикатором морфофункционального состояния яичников являлся сывороточный уровень антимюллерова гормона (АМГ, нг/мл). Согласно стандартным критериям, на неизмененный ОР указывают значения АМГ в пределах 1,2–2,5 нг/мл, при показателях АМГ от 0,5 до 1,1 нг/мл ОР трактуется как низкий [9]. Соответственно по уровню АМГ, определенному через 6 месяцев после операции, пациенток ранжировали на две группы: I группу сформировали 114 женщин с низким ОР (АМГ < 1,2 нг/мл), II группу — 58 женщин с неизмененным ОР (АМГ  $\geq 1,2$  нг/мл).

<sup>1</sup> VOCAL (англ. Virtual Organ Computer-aided AnaLysis) — специализированная программа для количественной оценки трехмерных данных, полученных в режиме статического 3D-сканирования. — Прим. авт.

Возраст пациенток варьировал от 18 до 40 лет. В I группе (с низким ОР) большинство участниц ( $n = 70$ ; 61,4%) были старшего репродуктивного возраста, средний возраст женщин составил  $35,8 \pm 1,6$  года. С учетом того что возраст является физиологическим фактором, негативно влияющим на показатели ОР, для анализа полученных данных в I группе были выделены две подгруппы: 44 женщины моложе 35 лет вошли в подгруппу IA, 70 женщин старшего репродуктивного возраста (35 лет и старше) — в подгруппу IB. Во II группе (с неизменным ОР) все 58 женщин, перенесших кистэктомию, были моложе 35 лет, средний возраст участниц был статистически значимо ниже, чем в I группе ( $28,6 \pm 1,8$  года,  $p \leq 0,05$ ).

Для уменьшения вероятности негативного влияния транзитного асептического воспаления в ткани оперированного яичника УЗИ выполняли через 6 и 12 месяцев после кистэктомии [10]. Следовали стандартному протоколу УЗИ с последующей 3D-визуализацией на 6–8-й день от даты овуляции, в среднюю стадию фазы секреции, в предполагаемое «окно имплантации». Исследование выполняли на аппарате экспертного класса (Voluson 730 Expert, GE Kretz, Австрия) с использованием объемного трансвагинального датчика (3,3–10,0 МГц). Последующая офлайн-обработка массива данных объемного сканирования предполагала анализ объема эндометрия, определенного в ручном режиме в программном обеспечении VOCAL при ротации через сагиттальный срез с шагом ротации  $9^\circ$ ; всего было получено 20 последовательных изображений, на которых в ручном режиме очерчивали эндометрий на миоэндометриальном соединении от внутреннего зева до дна матки [11].

Количественные параметры подсчитывались автоматически и были представлены в виде гистограммы. Гистограммы 3D-энергетического доплера отражали количественные объемные индексы кровотока как в самом эндометрии, так и в субэндометриальной зоне, определяемой как «оболочка» вокруг эндометрия толщиной 5 мм (с установкой shell по наружному контуру эндометрия толщиной 5 мм). Использовались 3D-индексы кровотока: индекс васкуляризации (VI), соответствующий насыщенности исследуемой зоны сосудами, индекс потока (FI), отражающий интенсивность кровотока в эндометрии и субэндометриальной зоне, и индекс перфузии (VFI) как отношение средневзвешенного числа цветных вокселей к общему числу вокселей в трехмерной эхограмме.

Статистический анализ полученных данных осуществлен в программе Microsoft Excel 2016. Для представления данных применяли методы описательной статистики. Количественные показатели сравниваемых групп представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Статистическую значимость различий двух групп оценивали по критерию Стьюдента ( $t$ ), при малой численности выборки применяли непараметрический критерий Манна — Уитни. Критическое значение уровня значимости принимали равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке менструальной функции выявлено укорочение менструального цикла до 23–25 дней у 37,5% и 20,2% обследованных I и II групп соответственно.

Первичное и вторичное бесплодие чаще встречалось в первой группе (12,5% и 20,1% соответственно), чем во второй (7,1% и 10,6%); в целом у пациенток с низким ОР бесплодие отмечалось в 1,8 раза чаще, чем у женщин с неизменным ОР. Продолжительность бесплодия варьировала в диапазоне от 1 года до 7 лет.

При сравнении антропометрических данных статистически значимых различий групп по величине ИМТ не обнаружено: в первой группе ИМТ составил в среднем  $20,5 \pm 1,7$  кг/м<sup>2</sup>, во второй —  $21,3 \pm 1,2$  кг/м<sup>2</sup> ( $p > 0,05$ ). Экстрагенитальная патология в сравниваемых группах диагностировалась с одинаковой частотой.

Известно, что в число критериев оценки морфофункционального профиля эндометрия входят толщина (М-эхо) и ультразвуковая морфология эндометрия [12, 13].

Эхографическое исследование, выполненное во вторую фазу менструального цикла через 6 месяцев после операции по общепринятой методике в 2D-режиме, показало, что в I группе толщина эндометрия у большинства ( $n = 69$ ; 60,5%) женщин варьировала от 7,6 до 8,8 мм. Средний показатель М-эхо в I группе в целом составил  $7,2 \pm 0,7$  мм, в подгруппе IA —  $7,4 \pm 1,6$  мм, в подгруппе IB —  $6,1 \pm 1,2$  мм.

Неудовлетворительная ультразвуковая картина эндометрия определялась у 24 (21,05%) пациенток I группы и характеризовалась тонким эндометрием, величиной М-эхо не более 6,0 мм (в среднем  $4,7 \pm 0,8$  мм), неровностью и прерывистостью срединной линии соприкосновения эндометрия передней и задней стенок матки, неоднородной эхогенностью, наличием единичных гиперэхогенных включений в субэндометриальном пространстве.

У 8 из этих 24 женщин регистрировался экстремально тонкий эндометрий, толщина которого не превышала 5,0 мм ( $3,5 \pm 0,1$  мм), что принято расценивать как критический показатель для успешной имплантации [14]. На эхограммах этих пациенток лоцировались признаки органической патологии эндометрия: определялись неровность наружного контура функционального слоя, наличие эхонегативных кистозных включений до 2 мм на фоне экстремально тонкого эндометрия. Отмечались неоднородность и асимметрия передней и задней стенок матки. Визуализированную ультразвуковую картину следует расценивать как эндометриопатию.

По анамнестическим данным, выявленным в ходе индивидуального анализа, у 11 из 24 женщин с неудовлетворительной ультразвуковой картиной ранее выполнялись внутриматочные вмешательства по поводу неразвивающейся беременности малого срока. Все эти пациентки относились к старшей возрастной группе.

Сопоставление результатов проведенного эхографического исследования с ультразвуковыми протоколами до кистэктомии показало, что изменения в эндометрии, наблюдавшиеся у пациенток I группы, не были связаны с выполнением операции и течением послеоперационного периода.

Эхографический профиль эндометрия у 58 женщин II группы характеризовался однородностью структуры, низкой эхогенностью, наличием четкой однородной гиперэхогенной границы на линии соприкосновения передней и задней стенок матки; величина М-эхо варьировала от 8,9 до 11,1 мм и в среднем составила  $8,8 \pm 1,2$  мм. Эхографические признаки секреторного эндометрия при неизменном ОР соответствовали общепринятым популяционным значениям.

Объем эндометрия у пациенток сравниваемых групп рассчитывался с использованием 3D-эхографии. Сопоставление полученных данных выявило его уменьшение в подгруппе IB ( $1,93 \pm 1,09$  см<sup>3</sup>) в 1,3 раза при сопоставлении с подгруппой IA и в 1,5 раза в сравнении со II группой ( $2,58 \pm 1,72$  см<sup>3</sup> и  $2,96 \pm 2,11$  см<sup>3</sup> соответственно), однако полученные различия не обладали статистической значимостью (в обоих случаях  $p > 0,05$ ).

Отсутствие динамики изменения объема эндометрия в среднюю секреторную фазу менструального цикла у пациенток подгруппы IB определялось сономорфологическими признаками экстремально тонкого эндометрия. При использовании энергетической доплерографии представилось возможным визуализировать сосуды наименьшего диаметра с низкими скоростями кровотока. Значения трехмерной гистограммы, полученные через 6 месяцев после перенесенного оперативного вмешательства по поводу ЭКЯ, указаны в *таблице 1*.

Объем эндометрия и морфологические маркеры неблагоприятного состояния слизистой матки соответствовали нарушениям васкуляризации на уровне спиральных артерий и базальных артерий в проекции субэндометриальной зоны.

В подгруппе IB зарегистрированы наименьшие значения индексов объемного кровотока, при этом отчетливая эхографическая визуализация спиральных артерий отмечалась в 10% наблюдений. В субэндометриальной зоне у 8 (11,4%) пациенток данной подгруппы с экстремально тонким эндометрием наименьшее значение индекса васкуляризации (VI) составило 4,12%, а в целом по подгруппе показатель VI варьировал от 4,12% до 12,33% и в среднем составил  $10,96 \pm 5,68\%$ , что статистически значимо меньше, чем у обследованных II группы ( $p \leq 0,05$ ).

В подгруппе IA активная визуализация эндометриальной и субэндометриальной перфузии зарегистрирована у 17 (38,6%) женщин. Отмечалось равномерное распределение окрашенных эхо-сигналов, в субэндометриальной зоне численные значения индекса васкуляризации (VI) варьировали от 10,21% до 21,59%, в субэндометриальной зоне и эндометрии средние показатели VI были выше, чем в подгруппе IB, в 1,8 и 2,2 раза соответственно.

У пациенток с низким ОР 35–40 лет (подгруппа IB) сохранялось снижение показателей объемной гемодинамики в сравнении с таковыми у женщин с низким ОР моложе 35 лет (подгруппа IA) и с сохраненным ОР (группа II). Индекс потока (FI) в подгруппе IB также демонстрировал отчетливое снижение в эндометрии, что наряду со снижением перфузии свидетельствовало об уменьшении интенсивности кровенаполнения в изучаемой области.

При исходно неизменной ультразвуковой картине эндометрия, т. е. в группе II, у большинства ( $n = 45, 77,6\%$ ) обследованных сохранялась четко визуализировавшаяся эндометриальная и субэндометриальная перфузия. Индекс

васкуляризации (VI) в субэндометриальной зоне составил в среднем  $25,38 \pm 4,58\%$ , что не имело статистически значимых отличий от аналогичного показателя в подгруппе IA ( $p > 0,05$ ). В обеих зонах исследования все изученные индексы у пациенток II группы при построении гистограмм были в 1,7–2,1 раза выше, чем у пациенток со сниженным ОР.

Ультразвуковой анализ предикторов состояния эндометрия через 1 год после кистэктомии выполнялся у 154 пациенток. Из дальнейшего наблюдения были исключены 18 женщин: 15 пациенток в связи с наступлением самопроизвольной беременности и 3 пациентки, которые самостоятельно обратились в отделение ЭКО.

Через 12 месяцев объем эндометрия у обследованных женщин II группы не имел статистически значимой разницы с результатами предыдущего исследования, средний показатель составил  $2,41 \pm 2,80 \text{ см}^3$ . У пациенток подгруппы IA отмечено улучшение морфофункционального состояния эндометрия в виде увеличения его объема в 1,2 раза (до  $3,01 \pm 2,4 \text{ см}^3$ ). В подгруппе IB объем железистого слоя матки оставался сниженным ( $1,89 \pm 1,72 \text{ см}^3$ ).

В группе I наблюдалось улучшение качественных эхографических и количественных характеристик эндометриальной и субэндометриальной перфузии. Гемодинамические показатели представлены в *таблице 2*.

Количественная оценка и сопоставление результатов, полученных в эндометрии и субэндометриальной зоне, позволяют констатировать, что к году после перенесенного оперативного вмешательства по поводу ЭКЯ в обеих группах исследования преимущественно увеличилась степень васкуляризации эндометрия.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Вынужденное непреднамеренное повреждение яичника при оперативном лечении ЭКЯ и ранее диагностированном бесплодии, описанное нами ранее [7], обуславливает морфофункциональные изменения не только в самом яичнике, но и, опосредованно, в эндометрии, что следует рассматривать как один из факторов ассоциированного с эндометриозом бесплодия. По полученным нами данным, наибольшей прогностической значимостью в отношении изменения имплантационных свойств эндометрия в послеоперационном периоде обладает определение индекса васкуляризации (VI).

Таблица 1 / Table 1

**Показатели объемных индексов кровотока через 6 месяцев после кистэктомии, полученные с применением энергетического доплера**  
**Volumetric blood flow indices six months after cyst removal, as assessed by power Doppler**

Индексы кровотока / Blood flow index	Группа I / Group I (n = 114)		Группа II / Group II (n = 58)	P		
	подгруппа IA / Subgroup IA (n = 44)	подгруппа IB / Subgroup IB (n = 70)		IA/ IB / IA/IB	IA/II / IA/II	IB/II / IB/II
<b>Эндометрий / Endometrium</b>						
VI, %	5,32 ± 2,46	2,39 ± 1,57	6,58 ± 2,13	0,315	0,698	0,113
FI	29,12 ± 9,02	19,07 ± 8,12	32,36 ± 11,12	0,407	0,819	0,334
VFI	4,10 ± 0,12	2,06 ± 0,16	3,99 ± 0,65	<b>0,001</b>	0,867	<b>0,004</b>
<b>Субэндометриальная зона / Subendometrial layer</b>						
VI, %	19,29 ± 10,11	10,96 ± 5,68	25,38 ± 4,58	0,476	0,891	<b>0,048</b>
FI	19,21 ± 5,10	27,32 ± 9,56	34,36 ± 5,26	0,949	<b>0,038</b>	0,496
VFI	4,20 ± 2,09	2,21 ± 0,90	5,39 ± 1,30	0,394	0,634	<b>0,044</b>

Примечание. В таблицах 1, 2: VI — индекс васкуляризации; FI — индекс потока; VFI — индекс перфузии.  
 Note: In Tables 1 and 2: VI = vascularization index, FI = flow index, VFI = vascularization-flow index.

Показатели объемных индексов кровотока через 12 месяцев после кистэктомии, полученные с применением энергетического доплера  
Volumetric blood flow indices twelve months after cyst removal, as assessed by power Doppler

Индексы кровотока / Blood flow index	Группа I / Group I (n = 109)		Группа II / Group II (n = 45)	P		
	подгруппа А / Subgroup A (n = 41)	подгруппа Б / Subgroup B (n = 68)		IA/ IB / IA/IB	IA/II / IA/II	IB/II / IB/II
<b>Эндометрий / Endometrium</b>						
VI, %	5,51 ± 1,45	2,32 ± 1,44	7,60 ± 0,42	0,118	0,166	<b>0,001</b>
FI	26,35 ± 9,23	19,07 ± 8,12	32,45 ± 10,07	0,553	0,656	0,302
VFI	4,21 ± 0,15	5,10 ± 2,15	5,31 ± 1,25	0,676	0,378	0,932
<b>Субэндометриальная зона / Subendometrial layer</b>						
VI, %	20,32 ± 8,11	11,86 ± 4,59	25,01 ± 9,46	0,365	0,706	0,211
FI	29,21 ± 10,13	27,32 ± 8,56	34,40 ± 10,31	0,887	0,718	0,596
VFI	1,1 ± 0,12	2,21 ± 0,15	2,42 ± 0,62	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,036</b>

Исходя из того, что минимальный эффективный период для репарации свойств яичников составляет полгода, количественную оценку показателей кровотока целесообразно проводить через 6 месяцев после операции. В представленном исследовании через 6 месяцев после кистэктомии параметры кровотока у пациенток с низким ОР статистически значимо отличались от таковых у молодых женщин с сохраненным ОР. Индивидуальный анализ выявил уменьшение объема эндометрия и объемных показателей кровотока у пациенток старшего репродуктивного возраста с низким ОР.

Через год после операции по поводу ЭКЯ у пациенток моложе 35 лет с исходно низким ОР состояние эндометрия приблизилось к таковому у женщин с неизменным ОР, а у пациенток старшего репродуктивного возраста при сниженном ОР сохранялись сниженный объем эндометрия и нарушения в гемодинамике.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Адамьян Л.В., Андреева Е.Н., Аполихина И.А., Беженарь В.Ф., Геворкян М.А., Гус А.И. и др. Эндометриоз: диагностика, лечение и реабилитация. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных. М.; 2013. 67 с. [Adamyany L.V., Andreeva E.N., Apolikhina I.A., Bezhenar V.F., Gevorkyan M.A., Gus A.I. et al. Endometriosis: Diagnosis, treatment, and rehabilitation. Federal clinical guidelines for patient management. M.; 2013. 67 с. (in Russian)]
- Kitajima M., Dolmanns M., Donnez O., Masuzaki H., Soares M., Donnez J. Enhanced follicular recruitment and atresia in cortex derived from ovaries with endometriomas. *Fertil. Steril.* 2014; 101(4): 1031–7. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2013.12.049
- Маринкин И.О., Кулешов В.М., Илизарова Н.А., Айдагулова С.В. Закрытое окно. *Status Praesens.* 2014; 6(23): 74–80. [Marinkin I.O., Kuleshov V.M., Ilizarova N.A., Aydagulova S.V. A closed window. *Status Praesens.* 2014; 6(23): 74–80 (in Russian)]
- Bourgain C., Devroey P. The endometrium in stimulated cycles for IVF. *Hum. Reprod. Update.* 2003; 9: 515–22. DOI: 10.1093/humupd/dmg045
- Maybin J.A., Critchley H.O.D. Menstrual physiology: implications for endometrial pathology and beyond. *Hum. Reprod. Update.* 2015; 21(6): 748–61. DOI: 10.1093/humupd/dmv038
- Alcázar J.L. Three-dimensional ultrasound assessment of endometrial receptivity: a review. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2006; 4: art. numb. 56. DOI: 10.1186/1477-7827-4-56
- Соломатина А.А., Хамзин И.З., Чабиева Л.Б., Братчикова О.В., Тюменцева М.Ю. Состояние эндометрия и овариальной ткани у пациенток с бесплодием, ассоциированным с эндометриозными образованиями яичников. Материалы XIV Международного конгресса по репродуктивной медицине. Москва, 21–24 января 2020 г. М.; 2020: 122–3. [Solomatina A.A., Kamzin I.Z., Chabieva L.B., Bratchikova O.V., Tyumentseva M.Yu. The status of the endometrium and ovarian tissue in patients with infertility associated with endometrioid ovarian lesions. Proceedings of the XIV International Conference on Reproductive Medicine. Moscow, 21–24 Jan. 2020. M.; 2020: 122–3. (in Russian)]
- Harlow S.D., Gass M., Hall J.E., Lobo R., Maki P., Rebar R.W. et al. Executive summary of the Stages of Reproductive Aging Workshop + 10: addressing

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вовлеченность эндометрия в патогенетические механизмы бесплодия при эндометриозе яичников проявляется в ухудшении показателей кровотока в слизистой матки.

В рамках проведенной работы показано, что использование УЗИ в режиме 3D с функцией энергетической доплерографии при бесплодии является дополнительным, наиболее объективным методом оценки объема эндометрия и объемного кровотока на уровне базальных и парабазальных артерий. Трехмерная визуализация — новый метод, требующий дополнительных изысканий и разработки критериев оценки несостоятельности эндометрия. Комплексный анализ предикторов нарушения рецептивности эндометрия — объема эндометрия и объемного кровотока в базальном и парабазальном эндометриальном слое — с использованием энергетической доплерографии повышает эффективность оценки имплантационных свойств эндометрия.

the unfinished agenda of staging reproductive aging. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2012; 97(4): 1159–68. DOI: 10.1210/jc.2011-3362

- Ferraretti A.P., La Marca A., Fauser B.C.J.M., Tarlatzis B., Nargund G., Gianaroli L. ESHRE consensus on the definition of 'poor response' to ovarian stimulation for in vitro fertilization: the Bologna criteria. *Hum. Reprod.* 2011; 26(7): 1616–24. DOI: 10.1093/humrep/der092
- Соломатина А.А., Хамзин И.З., Тюменцева М.Ю. Влияние современных методов гемостаза на овариальный резерв при органосохраняющих операциях на яичниках. Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение. 2018; 4(6): 45–51. [Solomatina A.A., Kamzin I.Z., Tyumentseva M.Yu. Influence of modern methods of hemostasis on ovarian reserve during ovarian preservation operations. *Akusherstvo i ginekologiya: novosti, mneniya, obuchenie.* 2018; 4(6): 45–51. (in Russian)] DOI: 10.24411/2303-9698-2018-14005
- Raine-Fenning N., Campbell B., Collier J., Brincat M., Johnson I. The reproducibility of endometrial volume and measurement with VOCAL-imaging program. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2002; 19(1): 69–75. DOI: 10.1046/j.0960-7692.2001.00608.x
- Руденко Ю.А., Кулагина Е.В., Кравцова О.А., Целкович Л.С., Балтер Р.Б., Ибрагимова А.Р. и др. Готовность эндометрия к экстракорпоральному оплодотворению: прогноз по данным ультразвукового и морфологического исследований. Гены и клетки. 2019; 14(3): 142–6. [Rudenko Yu.A., Kulagina E.V., Kravtsova O.A., Tselkovich L.S., Balter R.B., Ibragimova A.R. et al. The readiness of the endometrium for extracorporeal fertilization: prognosis by the data of ultrasound and morphological study. *Genes and Cells.* 2019; 14(3): 142–6. (in Russian)] DOI: 10.23868/201906025
- Park H., Lee H.J., Kim H.G., Ro Y.M., Shin D., Lee S.R. et al. Endometrium segmentation on transvaginal ultrasound image using key-point discriminator. *Med. Phys.* 2019; 46(9): 3974–84. DOI: 10.1002/mp.13677
- Краснопольская К.В., Ершова И.Ю., Федорова А.А. Тонкий эндометрий. Лечение бесплодия у женщин с гипоплазией эндометрия. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019. 112 с. [Krasnopol'skaya K.V., Ershova I.Yu., Fedorova A.A. Thin endometrium. The treatment of infertility in women with endometrial hypoplasia. M.: GEOTAR-Media; 2019. 112 p. (in Russian)]

Поступила / Received: 05.07.2020

Принята к публикации / Accepted: 21.08.2020