DOI: 10.32364/2618-8430-2025-8-3-9

Способ лечения пациенток с «тонким» эндометрием посредством ультразвуковой кавитации с использованием гранулоцитарного колониестимулирующего фактора

З.А. Абусуева[1], К.Л. Сейдалиева[2], Н.А. Алиева[1], Л.А. Гасанова[1], С.Н. Алиева[1], З.Д. Таймасханова[1], А.К. Давдиева[1], Э.С. Абдулаева[1]

[1]ФБОУ ВО ДГМУ Минздрава России, Махачкала, Российская Федерация
[2]МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Введение: недостаточность эндометрия («тонкий» эндометрий) является значимой причиной репродуктивных неудач, в том числе в программах вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ). Низкая эффективность существующих методов коррекции диктует необходимость поиска новых терапевтических стратегий, направленных на восстановление морфофункционального состояния эндометрия.

Цель исследования: провести комплексную оценку клинической эффективности инновационного метода коррекции «тонкого» эндометрия на основе сочетанного применения бесконтактной ультразвуковой кавитации и рекомбинантного гранулоцитарного колониестимулирующего фактора человека (рГ-КСФ).

Материал и методы: в проспективное исследование было включено 36 пациенток репродуктивного возраста (средний возраст 28±4,6 года) с установленным диагнозом «тонкий эндометрий» (исходная толщина М-эхо 4,2±0,8 мм). Терапевтический протокол включал три курса по 5 процедур ультразвуковой кавитации: первый курс с антисептиком, последующие два — с рГ-КСФ. Оценку эффективности проводили на основании динамики толщины и структуры эндометрия по данным УЗИ и допплерометрии, а также частоты наступления беременности.

Результаты исследования: комбинированная терапия продемонстрировала высокую клиническую эффективность. Отмечена статистически значимая положительная динамика толщины эндометрия: после 3-го курса лечения средний показатель составил 7,8±1,2 мм ($p<0,001$), при этом целевые значения (>7 мм) достигнуты у 31 (88%) пациентки. В течение периода наблюдения беременность наступила у 27 (75%) женщин, из которых 9 доношены самостоятельно и 15 — в результате программ ВРТ. Побочные эффекты были минимальными и транзиторными.

Заключение: сочетанное применение ультразвуковой кавитации и рГ-КСФ представляет собой высокоэффективный и безопасный метод коррекции эндометриальной недостаточности. Метод обеспечивает синергический эффект за счет усиленной пенетрации цитокина и его прямого пролиферативного и ангиогенного действия, что приводит к восстановлению рецептивности эндометрия и значительному повышению частоты наступления беременности. Данная технология является перспективным направлением в регенеративной репродуктологии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тонкий эндометрий, рецептивность эндометрия, рекомбинантный гранулоцитарный колониестимулирующий фактор, рГ-КСФ, ультразвуковая кавитация, бесплодие.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: *Абусуева З.А., Сейдалиева К.Л., Алиева Н.А., Гасанова Л.А., Алиева С.Н., Таймасханова З.Д., Давдиева А.К., Абдулаева Э.С. Способ лечения пациенток с «тонким» эндометрием посредством ультразвуковой кавитации с использованием гранулоцитарного колониестимулирующего фактора. РМЖ. Мать и дитя. 2025;8(3):236–240. DOI: 10.32364/2618-8430-2025-8-3-9*

Management of ''thin'' endometrium by ultrasound cavitation with granulocyte colony stimulating factor

Z.A. Abusueva[1], K.L. Seidalieva[2], N.A. Alieva[1], L.A. Gasanova[1], S.N. Alieva[1], Z.D. Taimaskhanova[1], A.K. Davdieva[1], E.S. Abdulaeva[1]

[1]Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russian Federation
[2]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Background: endometrial insufficiency ("thin" endometrium) is a significant cause of reproductive failures (including those behind assisted reproductive technologies [ART]). Due to low efficiency of current management methods, novel therapeutic strategies should be developed to repair morphofunctional state of the endometrium.

Aim: to conduct full assessment of clinical efficacy of an advanced method based on combination of non-contact ultrasound cavitation and recombinant human granulocyte colony stimulating factor (hG-CSF) to deal with "thin" endometrium.

Materials and Methods: 36 patients of reproductive age (mean age: 28±4.6 years) with a diagnosis of "thin endometrium" (baseline M-echo thickness is 4.2±0.8 mm) were enrolled in a prospective study. The therapeutic protocol included three treatment courses (5 ultrasound cavitation sessions). The first course included an antiseptic agent, and hG-CSF was involved in the next two ones. Endometrial thickness and structure alterations (based on ultrasound and Doppler data), as well as pregnancy rate were investigated to assess efficacy.

Results: the combined therapy has demonstrated high clinical efficacy. A significant positive trend was reported in endometrial thickness. In particular, after the 3rd treatment course, the average was 7.8±1.2 mm (p<0.001), while the target values (>7 mm) were recorded in 31 (88%) patients. During a follow-up period, pregnancy was reported in 27 (75%) women, of which 9 resulted in full-term deliveries spontaneously and 15 ones resulted from ART programs. Side effects were minimal and transient.
Conclusion: the combined use of ultrasonic cavitation and hG-CSF is a highly efficient and safe method to manage endometrial insufficiency. The technique provides a synergistic effect due to enhanced cytokine penetration and its direct proliferative and angiogenic effects leading to repair of endometrial receptivity and a significant increase in pregnancy rate. This method is a promising concept in regenerative reproductive medicine.
KEYWORDS: thin endometrium, endometrial receptivity, recombinant granulocyte colony-stimulating factor, hG-CSF, ultrasound cavitation, infertility.
FOR CITATION: *Abusueva Z.A., Seidalieva K.L., Alieva N.A., Gasanova L.A., Alieva S.N., Taimaskhanova Z.D., Davdieva A.K., Abdulaeva E.S. Management of "thin" endometrium by ultrasound cavitation with granulocyte colony stimulating factor. Russian Journal of Woman and Child Health. 2025;8(3):236–240 (in Russ.). DOI: 10.32364/2618-8430-2025-8-3-9*

Введение

Имплантация эмбриона — ключевой этап репродуктивного процесса, эффективность которого определяется двумя критически важными факторами: морфофункциональной состоятельностью эндометрия и качеством самого эмбриона. Рецептивность эндометрия подразумевает его способность обеспечить адгезию, инвазию и последующую нидацию бластоцисты [1]. Наибольший потенциал для успешной имплантации наблюдается в период так называемого «имплантационного окна», который в стандартном 28-дневном цикле соответствует 20–24-му дню или 5–10-му дню после овуляции. Именно в этот временной интервал создаются оптимальные молекулярно-биологические и гистологические условия для инвазии трофобласта [2].

Трансвагинальное УЗИ остается «золотым стандартом» мониторинга состояния эндометрия, при этом ключевым прогностическим маркером его рецептивности считается толщина М-эхо. Хотя единые нормативные значения до сих пор дискутабельны, большинство репродуктологов определяют гипоплазию эндометрия при показателях толщины эндометрия ≤7 мм в периовуляторной фазе [3].

Клинические наблюдения подтверждают, что уменьшение толщины эндометрия ниже 7 мм достоверно снижает частоту наступления клинической беременности, ухудшает результаты программ вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) и повышает риск ранних репродуктивных потерь [4, 5]. Согласно данным литературы, до 67% неудачных попыток экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) связаны именно с нарушением рецептивности эндометрия, которая коррелирует не только с его толщиной, но и с особенностями васкуляризации, экспрессией молекул адгезии и иммуногистохимическими характеристиками [6–8].

Распространенность недостаточности эндометрия имеет выраженную возрастную зависимость: максимальная частота (до 30%) регистрируется у пациенток старше 40 лет, что объясняется инволютивными изменениями и снижением гормональной чувствительности [8–11]. В общей структуре причин женского бесплодия данная патология занимает около 5%, однако ее вклад в неудачи ВРТ значительно больше [12].

Учитывая негативное влияние тонкого эндометрия на репродуктивные исходы, поиск эффективных методов его коррекции остается актуальной задачей репродуктивной медицины. Современные терапевтические стратегии включают:

- стимуляцию пролиферации (гормональная терапия, факторы роста);
- оптимизацию перфузии (физиотерапия, низкомолекулярные гепарины, ультразвуковая кавитация);
- повышение рецептивности (персонализированный перенос эмбрионов) [2, 11, 13, 14].

В современной гинекологии активно внедряются инновационные физиотерапевтические методы, среди которых особого внимания заслуживает ультразвуковая кавитация. Данная технология, основанная на фундаментальных физических принципах, открытых еще в XIX в., в последнее десятилетие нашла широкое применение в лечении широкого спектра гинекологических патологий [15].

Феномен кавитации, впервые описанный Р. Фрудом в 1894 г., представляет собой процесс образования и коллапса микропузырьков газа в жидкой среде под воздействием ультразвуковых волн. В клинической практике этот эффект реализуется с помощью специализированного оборудования, которое обеспечивает: генерацию ультразвуковых волн оптимальной частоты, контролируемое образование кавитационных пузырьков, точную доставку лекарственных веществ. Кавитационный эффект проявляется многоуровневым воздействием на биологические ткани, это: антимикробное действие, стимуляция ангиогенеза, активация пролиферативных процессов, ускорение репарации тканей, повышение эффективности противовирусной терапии, коррекция местного иммунного ответа [16–18].

Ряд исследований продемонстрировал принципиально новые возможности применения рекомбинантного гранулоцитарного колониестимулирующего фактора (рГ-КСФ) у пациенток с рефрактерными формами эндометриальной недостаточности. Эти данные стимулировали серию последующих исследований, раскрывающих многофакторное влияние данного цитокина на рецептивность эндометрия. рГ-КСФ оказывает свое воздействие посредством связывания со специфическим рецептором G-CSFR, стимулирует экспрессию G-CSFR — это усиливает восстановление эндотелия, улучшает восприимчивость эндометрия и способствует имплантации эмбрионов. рГ-КСФ способен индуцировать пролиферативный клеточный ядерный антиген (PCNA) и рецептор фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) 2 в клетках эндометрия. Это приводит к подавлению апоптотических механизмов, индукции VEGF-опосредованного ангиогенеза, улучшению состояния микроциркуляторного русла и повышению выживаемости клеток эндометрия [2, 19].

Рекомбинантный Г-КСФ может индуцировать экспрессию цитокинов, включая цитокератин 19, виментин, VEGF, ингибирующий фактор лейкемии, интерлейкин (IL) 1, β_3-интегрин и фактор некроза опухоли α, одновременно снижая

экспрессию IL-2. Это способствует пролиферации эндометрия, ангиогенезу, восстановлению ультраструктурной организации клеток и усилению клеточной пролиферации [20].

Y. Xie et al. [21] проводили исследование на пиноподах, которые являются одним из ключевых показателей восприимчивости эндометрия. В рамках исследования было обнаружено, что рГ-КСФ может увеличить количество эндометриальных пиноподов у мышей, у которых образование пиноподов было уменьшено на фоне гипоплазии эндометрия, а также может замедлить темпы дегенеративных процессов в клетках.

Недостаточность данных о лечении тонкого эндометрия — это не просто констатация факта, а глобальный вызов для научного сообщества. Эта ситуация создает беспрецедентные возможности для исследований в самых разных областях: от фундаментальной биологии (изучение молекулярных механизмов рецептивности) до клинической практики (разработка и валидация новых протоколов диагностики и терапии).

Цель исследования: проведение комплексной оценки клинической эффективности инновационного метода коррекции «тонкого» эндометрия, основанного на сочетанном применении ультразвуковой кавитации и рГ-КСФ человека.

Материал и методы

В исследование включено 36 пациенток, проходивших лечение по поводу бесплодия, которым был выставлен диагноз «тонкий» эндометрий, в клинике «Поколение» — центре гинекологии, репродукции и ЭКО. Все пациентки подписали информированное согласие. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России (протокол № 7 от 15.02.2022).

Критерии включения: установленный диагноз «тонкий» эндометрий», возраст от 20 до 40 лет.

Критерии невключения: онкологические заболевания в анамнезе, декомпенсированные заболевания сердечно-сосудистой, нервной или других систем организма, острые воспалительные или гнойно-некротические процессы в органах малого таза, отказ от подписания информированного добровольного согласия.

Критерии исключения: развитие серьезных нежелательных явлений или непереносимость процедуры, несоблюдение пациенткой протокола лечения или обследования, возникновение непредвиденных обстоятельств или заболеваний, делающих дальнейшее участие в исследовании невозможным или небезопасным, личное желание пациентки прекратить участие в исследовании в любой его момент.

Все пациентки, включенные в исследование, страдали бесплодием в среднем в течение 5,2±3,1 года. Первичное бесплодие было диагностировано у 25 (69,4%) женщин, вторичное — у 11 (30,6%). Все они были рефрактерны к стандартной терапии, включающей многократные курсы эстрогенов, вазоактивных препаратов (пентоксифиллин, низкодозированный аспирин), а в части случаев — физиотерапию и инфузии аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы. Двенадцать пациенток имели в анамнезе неудачные попытки ЭКО, отмененные или завершившиеся негативным результатом из-за недостаточности эндометрия.

Толщину эндометрия оценивали посредством ультразвуковой диагностики в преовуляторный период.

Всем пациенткам проводили ультразвуковую кавитацию на аппарате серии AK100M (ACTITON) («Фотек») [22] с использованием рГ-КСФ человека (филграстим), с 5-го по 9-й день менструального цикла. Первый этап — 5 процедур бесконтактной ультразвуковой кавитации раствором хлоргексидина биглюконата 0,05% объемом 200 мл. Второй этап — два курса по 5 процедур бесконтактной ультразвуковой кавитации с 1 мл филграстима, разведенного в 200 мл раствора натрия хлорида 0,9%. Кавитация проводится с частотой 25 кГц, уровень ультразвуковых колебаний — 70 дБ, длительность процедуры — 4 мин. Общее количество курсов — 3. Количество процедур в курсе — 5. Общее количество процедур — 15.

Оценку толщины эндометрия выполняли после каждого курса лечения.

Статистический анализ проводили с использованием программного пакета SPSS Statistics v. XX. Данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения (M±SD). Нормальность распределения количественных показателей проверяли с помощью критерия Шапиро — Уилка. Поскольку сравнение проводилось для повторных измерений в одной и той же группе пациенток (связанные выборки), а исходные данные толщины эндометрия имели нормальное распределение ($p>0,05$ по критерию Шапиро — Уилка), для оценки динамики изменений использовали парный t-критерий. Для сравнения долей использовали критерий χ^2. Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$.

Результаты исследования

Средний возраст пациенток составил 28,0±4,6 года, период наблюдения — 2 года и 4 мес. Исходно показатель толщины эндометрия варьировал от 3,0 до 6,5 мм (см. таблицу).

По данным УЗИ было зафиксировано изменение структуры эндометрия: исчезновение гипоэхогенных зон у 65% женщин и появление четкой трехслойной структуры (tripleline pattern) у 72%. После проведения лечения у 27 пациенток наблюдалось наступление беременности, из них у 10 — самопроизвольно, из них доношено 9, а у 17 — посредством ВРТ, доношено 15.

Таблица. Динамика толщины эндометрия в ходе наблюдения
Table. Endometrial thickness alteration during a follow-up period

Параметр Parameter	**До лечения** Baseline	**После 1-го курса** After the 1st course	**После 2-го курса** After the 2nd course	**После 3-го курса** After the 3rd course
Толщина эндометрия, мм / Endometrial thickness, mm	4,2±0,8	4,6±0,9*	6,3±1,1**	7,8±1,2***
Достижение толщины эндометрия >7 мм, доля пациенток Endometrial thickness >7 mm, proportion of patients	0%	17%	64%	88%

Примечание. *Статистическая значимость различий по сравнению с исходным показателем: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001.*

Note. *Significance of the differences as compared to the baseline values: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.*

Было выявлено 2 (5,5%) случая побочных эффектов в виде легкого жжения во время процедуры, которое купировалось самостоятельно. Аллергические реакции не выявлены.

Обсуждение

Интеграция ультразвуковой кавитации в клиническую практику открывает новые возможности в лечении заболеваний женской репродуктивной системы. Перспективным направлением представляется комбинация данного метода с современными иммуномодулирующими и регенеративными технологиями.

Полученные результаты демонстрируют, что комбинированное воздействие ультразвуковой кавитации и рГ-КСФ не только увеличивает толщину эндометрия, но и восстанавливает его функциональную полноценность. Ключевым преимуществом метода является синергия физического и фармакологического компонентов: кавитация усиливает доставку препарата в глубокие слои эндометрия, а рГ-КСФ стимулирует пролиферацию и ангиогенез через активацию STAT3-зависимых путей. Механизмы лечебного действия основаны на усилении тканевой пенетрации за счет создания депо лекарственных средств в базальном слое и увеличения глубины проникновения активных веществ, биостимулирующего эффекта, включающего в себя активацию пролиферации стромальных клеток, стимуляцию ангиогенеза и улучшение реологических свойств эндометрия [23, 24].

Клиническая эффективность метода сводится к восстановлению морфофункциональных характеристик эндометрия:

- нормализация гистологической структуры;
- оптимизация рецепторного аппарата;
- улучшение васкуляризации базального слоя.

Терапевтические преимущества данной методики:

- увеличение толщины эндометрия до клинически значимых показателей;
- восстановление «имплантационного окна».

Важно отметить, что традиционные методы (эстрогены, гистероскопия) часто не обеспечивают стойкого эффекта у пациенток с выраженной гипоплазией [25]. В отличие от них, предложенный протокол позволяет достичь клинически значимого утолщения эндометрия (>7 мм) у 88% женщин уже после 3 курсов и без инвазивного вмешательства.

Перспективным направлением является интеграция метода в алгоритмы подготовки к ЭКО, особенно для пациенток с повторными неудачами имплантации. Дальнейшие исследования должны быть направлены на идентификацию молекулярных маркеров (например, LIF, HOXA10), позволяющих прогнозировать ответ на терапию.

Заключение

Представленная технология демонстрирует выраженный синергический эффект, позволяющий существенно повысить эффективность лечения «тонкого» эндометрия. Метод соответствует современным требованиям персонализированной медицины, обеспечивая:

- сокращение сроков терапии;
- уменьшение медикаментозной нагрузки;
- улучшение перинатальных исходов.

Перспективным направлением развития метода является его комбинация с биологическими видами терапии (использование факторов роста, стволовых клеток), что открывает новые возможности в регенеративной репродуктологии.

Литература / References

1. Омарпашаева М.И., Дикке Г.Б., Абусуева З.А., Хашаева Т.Х-М. Восстановление рецептивности эндометрия у женщин после несостоявшегося выкидыша. *Акушерство и гинекология.* 2019;1:109–116. DOI: 10.18565/aig.2019.1.109-116
Omarpashaeva M.I., Dikke G.B., Abusueva Z.A., Khashaeva T.H.M. Restoration of endometrial receptivity in women after a failed miscarriage. *Obstetrics and Gynecology.* 2019;109–116 (in Russ.). DOI: 10.18565/aig.2019.1.109-116
2. Wang Y., Tang Z., Teng X. New advances in the treatment of thin endometrium. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024;15:1269382. DOI: 10.3389/fendo.2024.1269382
3. Zhang X., Lv H., Weng Q. et al. "Thin endometrium" at single-cell resolution. *Am J Obstet Gynecol.* 2025;232(4S):S135–S148. DOI: 10.1016/j.ajog.2024.10.002
4. Ata B., Mathyk B., Telek S., Kalafat E. Walking on thin endometrium. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2024;36(3):186–191. DOI: 10.1097/GCO.0000000000000948
5. Shufaro Y., Simon A., Laufer N., Fatum M. Thin unresponsive endometrium — a possible complication of surgical curettage compromising ART outcome. *J Assist Reprod Genet.* 2008;25(8):421–425. DOI: 10.1007/s10815-008-9245-y
6. Мирзаева Д.М., Абусуева З.А. Способ реабилитации пациенток с «тонким» эндометрием после неудач ЭКО. Патент № 2792572C1. Опубликовано 22.03.2023. Бюллетень № 9.
Mirzayeva D.M., Abusueva Z.A. Method of rehabilitation of patients with "thin" endometrium after IVF failures. Patent No. 2792572C1. Published March 22, 2023. Bulletin No. 9 (in Russ.).
7. Niu Y., Le A. Advances in the Pathophysiology of Thin Endometrium. *Reprod Sci.* 2025 May 30. DOI: 10.1007/s43032-025-01882-y. Online ahead of print
8. Абусуева З.А., Сейдалиева К.Л., Стефанян Н.А. и др. Новый взгляд на проблему «тонкого» эндометрия. *Вестник современной клинической медицины.* 2025;18(3):98–105. DOI: 10.20969/VSKM.2025.18(3).98-105
Abusueva Z.A., Seydalieva K.L., Stefanyan N.A. et al. Rethinking the problem of "thin" endometrium. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine.* 2025;18(3):98–105 (in Russ.). DOI: 10.20969/VSKM.2025.18(3).98-105
9. Оразов М.Р., Краснопольская К.В., Силантьева Е.С. и др. «Проблемный» эндометрий как фактор бесплодия: поиск путей преодоления продолжается. *Трудный пациент.* 2020;18(8–9):13–19. DOI: 10.24411/2074-1995-2020-10054
Orazov M.R., Krasnopolskaya K.V., Silanteva E.S. et al. "Problematic" Endometrium as a Factor of Infertility: the Search for Ways to Overcome it Continues. *Difficult Patient.* 2020;18(8–9):13–19 (in Russ.). DOI: 10.24411/2074-1995-2020-10054
10. Zhao Y., Xu A., Liu D. et al. An endometrium of type C along with an endometrial thickness of <8 mm are risk factors for ectopic pregnancy after stimulated cycles with fresh embryo transfer. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2023;23(1):713. DOI: 10.1186/s12884-023-05920-y
11. Ye T., Kong H., Bu Z. et al. A thinner endometrium is associated with a greater risk of preterm delivery after fresh cleavage embryo transfer but not after blastocyst transfer: a retrospective cohort study of 11.111 singleton live births. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2025;16:1574123. DOI: 10.3389/fendo.2025.1574123
12. Исакова Э.В., Савина В.А. Тонкий эндометрий в циклах вспомогательных репродуктивных технологий. Влияние на исходы беременности и лечение (обзор литературы, часть 2). *Проблемы репродукции.* 2021;27(2):65–75. DOI: 10.17116/repro20212702165
Isakova E.V., Savina V.A. Thin endometrium in ART treatment and outcome (literature review, part 2). *Russian Journal of Human Reproduction.* 2021;27(2):65–75 (in Russ.). DOI: 10.17116/repro20212702165
13. Трубникова Л.И., Самойлова А.В., Маринова О.А. Клиническая характеристика женщин, использующих методы вспомогательных репродуктивных технологий. *Ульяновский медико-биологический журнал.* 2015;(4):61–71.
Trubnikova L.I., Samoilova A.V., Marinova O.A. Clinical Characteristics of Women Using Assisted Reproductive Technologies. *Ulyanovsk Medical and Biological Journal.* 2015;(4):61–71 (in Russ.).
14. Омарпашаева М.И., Абусуева З.А., Хашаева Т.Х.-М. и др. Сочетанное влияние низкочастотной ультразвуковой кавитации и пелоидотерапии на содержание цитокинов и состояние микробиоты половых путей после неразвивающейся беременности. *Проблемы репродукции.* 2018;24(4):102–107. DOI: 10.17116/repro201824041102
Omarpashaeva M.I., Abusueva Z.A., Khashaeva T.H.-M. et al. Combined influence of ultrasonic cavitation and peloidotherapy on the content of cytokines. The state of microbiota of reproductive system after the missed

pregnancy. *Russian Journal of Human Reproduction.* 2018;24(4):102–107 (in Russ.). DOI: 10.17116/repro201824041102
15. Liu K.E., Hartman M., Hartman A. Management of thin endometrium in assisted reproduction: a clinical practice guideline from the Canadian Fertility and Andrology Society. *Reprod Biomed Online.* 2019;39(1):49–62. DOI: 10.1016/j.rbmo.2019.02.013
16. Nozawa T. Considering agitation in ultrasonic electroplating through observation of cavitation. *Ultrason Sonochem.* 2023;96:106432. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2023.106432
17. Ji X., Duan H., Wang S., Chang Y. Low-intensity pulsed ultrasound in obstetrics and gynecology: advances in clinical application and research progress. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023;14:1233187. DOI: 10.3389/fendo.2023.1233187
18. Омарпашаева М.И., Абусуева З.А., Хашаева Т.Х. и др. Возможности реабилитации после прерывания неразвивающейся беременности: комплексное воздействие низкочастотной ультразвуковой кавитации и пелоидотерапии на состояние цитокинового статуса. *Уральский медицинский журнал.* 2018;(1):103–107.
Omarpashayeva M.I., Abusueva Z.A., Hashayeva T.X. et al. Possibilities of rehabilitation after termination of an undeveloped pregnancy: the complex effect of low-frequency ultrasound cavitation and peloidotherapy on cytokine status. *Ural Medical Journal.* 2018;(1):103–107 (in Russ.).
19. Аверина Ю.М., Моисеева Н.А., Ныркова Н.П. и др. Свойства и эффекты кавитации. *Успехи в химии и химической технологии.* 2018;32(14):37–39.
Averina Yu.M., Moiseeva N.A., Nyrkov N.P. et al. Properties and effects of cavitation. *Advances in Chemistry and Chemical Technology.* 2018;XXXII(14):37–39 (in Russ.).
20. Zhou L., Zhou L. The Mechanisms and therapeutic effects of granulocyte colony-stimulating factor in reproduction. *Reprod Biol Endocrinol.* 2025;23(1):78. DOI: 10.1186/s12958-025-01414-y
21. Xie Y., Tian Z., Qi Q. et al. The therapeutic effects and underlying mechanisms of the intrauterine perfusion of granulocyte colony-stimulating factor on a thin-endometrium rat model. *Life Sci.* 2020;260:118439. DOI: 10.1016/j.lfs.2020.118439
22. Гизингер О.А., Зиганшин О.Р., Семенова И.В. и др. Применение ультразвуковой кавитационной терапии в лечении воспалительных заболеваний нижнего отдела генитального тракта. Екатеринбург: А.Г. Медников; 2015.
Gizinger O.A., Ziganshin O.R., Semenova I.V. et al. Use of ultrasound cavitation therapy in the treatment of inflammatory diseases of the lower genital tract. Ekaterinburg: A.G. Mednikov; 2015 (in Russ.).
23. Yang Y., Ru H., Zhang S. et al. The effect of granulocyte colony-stimulating factor on endometrial receptivity of implantation failure mouse. *Reprod Sci.* 2025;32(1):200–217. DOI: 10.1007/s43032-024-01527-6
24. Тапильская Н.И., Гзгзян А.М., Коган И.Ю. Гранулоцитарный колониестимулирующий фактор как ключевой регулятор инвазивного потенциала эмбриона и рецептивности эндометрия. *Журнал акушерства и женских болезней.* 2019;68(1)83–92. DOI: 10.17816/JOWD68183-92
Tapilskaya N.I., Gzgzyan A.M., Kogan I.Yu. Granulocyte colony-stimulating factor as a checkpoint of the embryo invasive potential and endometrial receptivity. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases.* 2019;68(1):83–92 (in Russ.). DOI: 10.17816/ JOWD68183-92
25. Хабаров С.В., Горская О.С., Русанова Г.П. Опыт применения ультразвуковой кавитации у пациенток с хроническим эндометритом перед проведением программы ЭКО. *Акушерство и гинекология.* 2020;11:197–204. DOI: 10.18565/aig.2020.ll.197-204
Khabarov S.V., Gorskaya O.S., Rusanova G.P. Experience with ultrasonic cavitation in patients with chronic endometritis before IVF. *Obstetrics and Gynecology.* 2020;11:197–204 (in Russ.). DOI: 10.18565/aig.2020.ll.197-204

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Абусуева Зухра Абусуевна — *д.м.н., профессор кафедры акушерства и гинекологии лечебного факультета ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России; 367012, Россия, г. Махачкала, пл. Ленина, д. 1; ORCID iD 0000-0002-7729-1606*
Сейдалиева Кира Лукмановна — *ординатор МГУ имени М.В. Ломоносова; 119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1; ORCID iD 0000-0002-4303-7546*
Алиева Нурияна Абдусамадовна — *студентка 6-го курса ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России; 367000, Россия, г. Махачкала, пл. Ленина, д. 1; ORCID iD 0009-0008-2114-4640*
Гасанова Лейла Аскеровна — *студентка 6-го курса ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России; 367000, Россия, г. Махачкала, пл. Ленина, д. 1; ORCID iD 0009-0001-9695-5295*
Алиева Саидат Назировна — *студентка 6-го курса ФБОУ ВО ДГМУ Минздрава России; 367000, Россия, г. Махачкала, пл. Ленина, д. 1; ORCID iD:0000-0001-6824-2274*
Таймасханова Зарема Дибировна — *студентка 6-го курса ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России; 367000, Россия, г. Махачкала, пл. Ленина, д. 1; ORCID iD 0009-0005-6074-1710*
Давдиева Альвина Камиловна — *студентка 6-го курса ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России; 367000, Россия, г. Махачкала, пл. Ленина, д. 1; ORCID iD 0009-0000-8400-3919*
Абдулаева Эльмира Султамутовна — *студентка 4-го курса ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России; 367000, Россия, г. Махачкала, пл. Ленина, д. 1; ORCID iD 0009-0006-6291-7617*
Контактная информация: *Сейдалиева Кира Лукмановна, e-mail: kira_se02@mail.ru*
Прозрачность финансовой деятельности: *никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.*
Конфликт интересов *отсутствует.*
Статья поступила *05.09.2025.*
Поступила **после рецензирования** *12.09.2025.*
Принята в печать *16.09.2025.*

ABOUT THE AUTHORS:
Zukhra A. Abusueva — *Dr. Sc. (Med.), Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of General Medicine, Dagestan State Medical University; 1, Lenin sq., Makhachkala, 367000, Russian Federation; ORCID iD 0000-0002-7729-1606*
Kira L. Seidalieva — *Resident at Lomonosov Moscow State University; 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation; ORCID iD 0000-0002-4303-7546*
Nuriyana A. Alieva — *6th year Student, Dagestan State Medical University; 1, Lenin sq., Makhachkala, 367000, Russian Federation; ORCID iD 0009-0008-2114-4640*
Leila A. Gasanova — *6th year Student, Dagestan State Medical University; 1, Lenin sq., Makhachkala, 367000, Russian Federation; ORCID iD 0009-0001-9695-5295*
Saidat N. Alieva — *6th year Student, Dagestan State Medical University; 1, Lenin sq., Makhachkala, 367012, Russian Federation; ORCID iD 0000-0001-6824-2274*
Zarema D. Taimaskhanova — *6th year Student, Dagestan State Medical University; 1, Lenin sq., Makhachkala, 367012, Russian Federation; ORCID iD 0009-0005-6074-1710*
Alvina K. Davdieva — *6th year Student, Dagestan State Medical University; 1, Lenin sq., Makhachkala, 367012, Russian Federation; ORCID iD 0009-0000-8400-3919*
Elmira S. Abdulaeva — *6th year Student, Dagestan State Medical University; 1, Lenin sq., Makhachkala, 367012, Russian Federation; ORCID iD 0009-0006-6291-7617*
Contact information: *Kira L. Seidalieva, e-mail: kira_se02@mail.ru*
Financial Disclosure: *no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned.*
There is no **conflict of interest**.
Received *05.09.2025.*
Revised *12.09.2025.*
Accepted *16.09.2025.*