



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EISSN 2181-2187

11 (85) 2025

**Сопредседатели редакционной
коллегии:**

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛОТОВА
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЬЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ІЦЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV(Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

**ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН
НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ
NEW DAY IN MEDICINE**

**Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал**

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

11 (85)

www.bsmi.uz
<https://newdaymedicine.com> E:
ndmuz@mail.ru
Тел: +99890 8061882

**2025
ноябрь**

Received: 20.10.2025, Accepted: 06.11.2025, Published: 10.11.2025

УДК 61B.11 -00B.64-055.23I28-036-07-084

РОЛЬ СПЕКТРАЛЬНОЙ ДОППЛЕРОГРАФИИ МАТОЧНЫХ И ЯИЧНИКОВЫХ АРТЕРИЙ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СНИЖЕНИЯ ОВАРИАЛЬНОГО РЕЗЕРВА У ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ

¹Ибрагимова Х.Р. <https://orcid.org/0009-0001-8215-1771>

²Юлдашева С.З. <https://orcid.org/0000-0001-7082-1603>

¹Ферганский Медицинский Институт Общественного Здоровья Узбекистан, Ферганская область город Фергана, улица Янги Турон №2-А Тел: +998 (73) 243-06-62 Email: info@fjsti.uz

²Ташкентский государственный медицинский университет, 100109 Ташкент, Узбекистан, ул. Фаробия, 2, Тел: +998781507825 E-mail: info@tdmu.uz

✓ Резюме

В статье представлены результаты комплексной оценки диагностической значимости спектральной допплерографии маточных и яичниковых артерий как дополнительных маркеров снижения овариального резерва у девочек-подростков. В исследование включены 57 пациенток 14–18 лет с нарушениями менструального цикла, а также контрольная группа из 50 здоровых подростков. Показано, что повышение индексов периферического сосудистого сопротивления (RI, PI) и снижение скоростных параметров кровотока (TAMXV) достоверно коррелируют со снижением уровня АМГ, уменьшением количества антравальных фолликулов и снижением объема яичников. Полученные данные подтверждают, что допплерометрические показатели отражают степень нарушения микроциркуляции и могут служить чувствительными дополнительными маркерами раннего снижения овариального резерва. Использование интегральной шкалы риска, включающей допплерометрические и гормональные параметры, повышает точность стратификации пациенток и способствует улучшению алгоритмов ранней диагностики репродуктивных нарушений у подростков.

Ключевые слова: овариальный резерв, спектральная допплерография, маточные артерии, яичниковые артерии, антиミュллеров гормон, подростковая гинекология

THE ROLE OF SPECTRAL DOPPLER ULTRASONOGRAPHY OF THE UTERINE AND OVARIAN ARTERIES AS ADDITIONAL INDICATORS OF OVARIAL RESERVE REDUCTION IN ADOLESCENT GIRLS

¹Ibragimova Kh.R. <https://orcid.org/0009-0001-8215-1771>

²Yuldasheva S.Z. <https://orcid.org/0000-0001-7082-1603>

¹Fergana Medical Institute of Public Health, Fergana City, Fergana Region, Uzbekistan, Yangi Turon Street No. 2-A, Tel.: +998 (73) 243-06-62, Email: info@fjsti.uz

²Tashkent State Medical University, Tashkent, 100109, Uzbekistan, Farobia Street, 2, Tel.: +998781507825, Email: info@tdmu.uz

✓ Resume

This article presents the results of a comprehensive assessment of the diagnostic value of spectral Doppler ultrasonography of the uterine and ovarian arteries as additional markers of decreased ovarian reserve in adolescent girls. The study included 57 patients aged 14–18 years with menstrual irregularities, as well as a control group of 50 healthy adolescents. It has been shown that increased peripheral vascular resistance indices (RI, PI) and decreased blood flow velocity parameters (TAMXV) significantly correlate with decreased AMH levels, a reduced antral follicle count, and decreased ovarian volume. The findings confirm that Doppler parameters reflect the degree of microcirculation impairment and can serve as sensitive additional markers of early decline in ovarian reserve. The use of an integrated risk score, including Doppler and hormonal parameters, improves the accuracy of patient stratification and contributes to improved algorithms for the early diagnosis of reproductive disorders in adolescents.

Keywords: ovarian reserve, spectral Doppler sonography, uterine arteries, ovarian arteries, anti-Müllerian hormone, adolescent gynecology.



O'SMIR QIZLARDA TUXUMDON ZAXIRASINING KAMAYISHINING QO'SHIMCHA KO'RSATKICHLARI SIFATIDA BACHADON VA TUXUMDON ARTERIYALARINING SPEKTRAL DOPPLER ULTRATOVUSH TEKSHIRUVINING ROLI

¹Ibragimova X.R. <https://orcid.org/0009-0001-8215-1771>

²Yuldasheva S.Z. <https://orcid.org/0000-0001-7082-1603>

¹Farg'ona Tibbiyot Sog'liqni Saqlash Instituti, Farg'ona shahri, Farg'ona viloyati, O'zbekiston, Yangi Turon ko'chasi № 2-A, Tel.: +998 (73) 243-06-62, Elektron pochta: info@fjsti.uz

²Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, Toshkent, 100109, O'zbekiston,
Farobiya ko'chasi, 2, Tel.: +998781507825, Elektron pochta: info@tdmu.uz

✓ Rezyume

Ushbu maqolada o'smir qizlarda tuxumdon zaxirasining kamayishining qo'shimcha belgilari sifatida bachadon va tuxumdon arteriyalarining spektral Doppler ultratovush tekshiruvining diagnostik qiymatini kompleks baholash natijalari keltirilgan. Tadqiqotda hayz ko'rish buzilishlari bo'lgan 14-18 yoshdagi 57 bemor, shuningdek, 50 nafar sog'lom o'smirlardan iborat nazorat guruhi ishtirok etgan. Periferik qon tomir qarshiliqi indekslarining (RI, PI) oshishi va qon oqimi tezligi parametrlarining pasayishi (TAMXV) AMH darajasining pasayishi, antral follikulalar sonining kamayishi va tuxumdon hajmining kamayishi bilan sezilarli darajada bog'liqligi ko'rsatilgan. Tadqiqot natijalari Doppler parametrlari mikrosirkulyatsiya buzilishi darajasini aks ettirishini va tuxumdon zaxirasining erta pasayishining sezgir qo'shimcha belgilari bo'lib xizmat qilishi mumkinligini tasdiqlaydi. Doppler va gormonal parametrlarni o'z ichiga olgan integral xavf ballaridan foydalanish bemorlarni stratifikatsiya qilishning aniqligini oshiradi va o'smirlarda reproduktiv kasalliklarni erta tashxislash uchun algoritmlarni takomillashtirishga hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar: tuxumdon zaxirasi, spektral Doppler sonografiysi, bachadon arteriyalari, tuxumdon arteriyalari, antimyuller gormoni, o'smirlar ginekologiyasi

Актуальность

Проблема снижения овариального резерва у девочек-подростков приобретает всё большую актуальность в связи с ростом частоты ранних нарушений репродуктивного здоровья, эндокринных дисфункций и неблагоприятного течения пубертата. Ранняя диагностика сниженного овариального резерва позволяет своевременно определить группу риска по развитию репродуктивных нарушений, бесплодия и эндокринных заболеваний в будущем.

Основными маркерами овариального резерва традиционно считаются уровень антимюллерова гормона (АМГ), концентрация фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), эстрадиола, объём яичников и количество антравальных фолликулов (КАФ). Однако многочисленные исследования последних лет указывают на значимость состояния регионарного кровотока как индикатора функциональной активности яичников и матки. Известно, что снижение перфузии гонад коррелирует с уменьшением числа развивающихся фолликулов, нарушением ангиогенеза и снижением гормональной функции яичников (Kimetal., 2021; Chenetal., 2020).

Спектральная допплерография маточных и яичниковых артерий является неинвазивным методом оценки сосудистого сопротивления и микроциркуляции, отражая функциональное состояние репродуктивной системы. В подростковом возрасте показатели кровотока могут служить дополнительными критериями оценки овариального резерва, особенно при пограничных или неоднозначных гормональных данных.

Цель исследования: оценить информативность спектральной допплерографии маточных и яичниковых артерий как дополнительных показателей снижения овариального резерва у девочек-подростков.

Материал и методы

Проведено одномоментное сравнительное клинико-инструментальное исследование на базе амбулаторных центров наблюдения подростков.

В исследование включены 57 девочек-подростков в возрасте 14–18 лет, наблюдавшихся в амбулаторных условиях по поводу различных нарушений менструального цикла: вторичной amenorei, олигоменореи, нерегулярных менструаций или задержки полового развития.

Все обследованные распределены на две клинические подгруппы:



1-я подгруппа (n=29) - пациентки без признаков снижения овариального резерва.

2-я подгруппа (n=28) - пациентки со сниженным овариальным резервом, установленным по совокупности ультразвуковых и гормональных критериев.

Для корректного сопоставления данных сформирована контрольная группа, включившая 50 здоровых подростков аналогичного возраста, соответствующих нормам соматического, физического и полового развития, не имеющих нарушений менструального цикла и эндокринной патологии.

Критерии включения: возраст 14–18 лет; наличие вторичной аменореи, олигоменореи или нерегулярных менструаций (для основной группы); информированное согласие пациентки и родителей (законных представителей).

Критерии исключения: врождённые пороки развития внутренних половых органов; ятрогенное снижение овариального резерва (химиотерапия, лучевая терапия); выраженная сопутствующая эндокринная патология (гиперпролактинемия, заболевания щитовидной железы в стадии декомпенсации и др.); острые воспалительные заболевания органов малого таза.

Снижение овариального резерва определяли по совокупности критериев: низкий АМГ, повышенный ФСГ, уменьшение КАФ и объёма яичников.

Все гормоны определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) или хемилюминесцентного анализа (ХЛА) на автоматических анализаторах. Использовались сертифицированные реагенты с соблюдением внутреннего контроля качества и калибровкой по международным стандартам. Референсные значения возрастные, адаптированные для подросткового периода (по данным международных нормативов и локальных лабораторных стандартов).

Ультразвуковое исследование органов малого таза: размеры и объём яичников; количество антравальных фолликулов (КАФ) в каждом яичнике; структуру стромы; толщину эндометрия; наличие кистозных образований или фолликулярных нарушений. Снижение овариального резерва диагностировалось при: АМГ ниже возрастных нормативов; КАФ < 5–7 фолликулов суммарно; объёме яичников < 3 см³.

Спектральная допплерография выполнялась в рамках комплексной ультразвуковой оценки органов малого таза с использованием современных ультразвуковых систем экспертного класса. Исследование проводилось стандартным трансабдоминальным доступом с применением высокочастотного конвексного и/или микроконвексного датчика (3,5–5,0 МГц), обеспечивающего оптимальное сочетание глубины проникновения и разрешающей способности изображения. Измеряли: RI - индекс резистентности, PI - пульсационный индекс, ТАМХV - средняя скорость кровотока, наличие диастолического компонента.

Исследование выполняли на 5–7-й день спонтанного или индуцированного менструального цикла, что позволяло обеспечить сопоставимость данных и минимизировать влияние гормональных колебаний на показатели кровотока.

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием пакета Microsoft Excel 2019. Нормальность распределения количественных показателей оценивали с применением критерия Шапиро–Уилка. При нормальном распределении данные представлены как M±SD; сравнение групп проводили с использованием t-критерия Стьюдента. Для анализа категориальных переменных использовали критерий χ² Пирсона или точный критерий Фишера. Корреляционные связи оценивали с помощью коэффициентов Спирмена (r_s) для непараметрических данных.

Диагностическую значимость допплерометрических показателей определяли с помощью ROC-анализа с расчётом AUC, оптимального порога отсечения (YoudenIndex), чувствительности и специфичности.

Результат и обсуждения

Средняя продолжительность периода аменореи у девушек основной группы составила 7,9±0,5 месяца, что свидетельствует о выраженной и длительной дисфункции менструального цикла. Данный показатель отражает хроническое течение нарушений гипоталамо-гипофизарно-яичниковой оси и является клинически значимым маркером возможного снижения овариального резерва. Продолжительная аменорея у подростков может приводить к угнетению фолликулогенеза, снижению чувствительности яичников к гонадотропинам и, как следствие, к более выраженному дефициту фолликулярного пула. В клиническом аспекте длительность аменореи свыше 6 месяцев рассматривается как фактор высокого риска развития стойких репродуктивных нарушений, что подчёркивает важность ранней диагностики и своевременного вмешательства.



Оценка гормонального профиля была ключевым этапом исследования, позволяющим выявить особенности функционирования гипоталамо-гипофизарно-яичниковой оси и щитовидной железы у девочек-подростков. Сравнительный анализ гормональных показателей в трёх группах выявил значимые различия, которые отражают разные уровни овариальной активности, эндокринной регуляции и функционального состояния яичников.

Уровень ФСГ был существенно выше у пациенток основной группы по сравнению с группой сравнения ($p_1=0,014$) и контрольной группой ($p_2=0,0004$). Это отражает компенсаторную гиперсекрецию ФСГ гипофизом на фоне сниженной чувствительности гранулёзных клеток к гонадотропной стимуляции и уменьшенного фолликулярного резерва (табл. 1).

ЛГ также демонстрировал повышение у основной группы относительно контроля ($p_2 = 0,012$), а индекс ЛГ/ФСГ был наибольшим (1,18), что характерно для дисбаланса гонадотропинов в условиях истощения овариального резерва или гиперандрогенного воздействия.

АМГ оказался самым информативным показателем, демонстрируя наиболее выраженные межгрупповые различия. В основной группе уровни АМГ были значительно снижены по сравнению с группой сравнения ($p_1 < 0,0001$) и контрольной группой ($p_2 < 0,0001$).

Снижение АМГ полностью согласуется с данными УЗИ - уменьшением количества антральных фолликулов и объёма яичников - и подтверждает наличие структурного истощения овариального резерва у пациенток основной группы. Небольшие, но достоверные различия между группой сравнения и контролем ($p_3=0,011$) свидетельствуют о начальных функциональных изменениях в регуляции фолликулогенеза у части подростков с нарушениями цикла.

Уровень прогестерона был минимальным в основной группе (0,71 нг/мл), что достоверно отличалось как от группы сравнения ($p_1 < 0,0001$), так и от контроля ($p_2 < 0,0001$). Это является лабораторным признаком ановуляции или неполноценной лютеиновой фазы, что полностью согласуется с УЗИ-данными об отсутствии доминантных фолликулов и сниженной толщине эндометрия. Группа сравнения демонстрировала промежуточные значения, что подтверждает наличие функциональных циклических нарушений без снижения резерва. У контроля уровень прогестерона соответствовал нормальным овуляторным циклам.

Таблица 1

Гормональные показатели у девочек-подростков в трёх группах (M±m, Me [IQR], p₁-p₃)

Показатель	1-я группа (n=29)	2-я группа (n=28)	Контрольная группа (n=50)	p ₁ (осн. – срав.)	p ₂ (осн. – контр.)	p ₃ (срав. – контр.)
ФСГ, мМЕ/мл	7,1±0,32 [6,3–7,8]	6,3±0,28 [5,7–6,8]	5,8±0,24 [5,2–6,3]	0,014	0,0004	0,11
ЛГ, мМЕ/мл	8,2±0,41 [7,1–9,0]	7,4±0,36 [6,4–7,9]	7,0±0,33 [6,1–7,5]	0,08	0,012	0,29
Индекс ЛГ/ФСГ	1,18±0,06 [1,08–1,26]	1,10±0,05 [1,00–1,16]	1,03±0,04 [0,96–1,09]	0,09	0,004	0,18
АМГ, нг/мл	1,12±0,08 [0,96–1,25]	2,02±0,12 [1,78–2,21]	2,45±0,15 [2,22–2,67]	<0,0001	<0,0001	0,011
Прогестерон, нг/мл	0,71±0,06 [0,58–0,82]	1,10±0,08 [0,95–1,18]	1,42±0,09 [1,30–1,51]	<0,0001	<0,0001	0,016
Пролактин, нг/мл	22,4±1,1 [20– 25]	17,9±0,9 [15– 20]	15,6±0,8 [14–17]	0,003	<0,0001	0,07
Свободный тестостерон, пг/мл	4,9±0,24 [4,3–5,4]	4,1±0,21 [3,6–4,4]	3,6±0,18 [3,2–3,9]	0,010	<0,0001	0,09
ТТГ, мкМЕ/мл	3,42±0,15 [3,1–3,7]	2,98±0,13 [2,7–3,2]	2,51±0,11 [2,3– 2,7]	0,018	<0,0001	0,034
T4 свободный, пмоль/л	11,6±0,31 [11,0–12,0]	12,2±0,28 [11,7–12,6]	12,8±0,27 [12,3–13,1]	0,09	0,002	0,11
T3 свободный, пмоль/л	4,38±0,16 [4,1–4,6]	4,55±0,15 [4,3–4,7]	4,71±0,14 [4,5– 4,9]	0,19	0,07	0,22
АТ-ТПО, МЕ/мл	38,6±2,4 [34– 42]	26,4±1,9 [24– 29]	19,8±1,6 [17–22]	0,001	<0,0001	0,06



Уровень пролактина был существенно выше в основной группе (22,4 нг/мл), что различалось как с группой сравнения ($p_1 = 0,003$), так и с контролем ($p_2 < 0,0001$). Повышение пролактина подавляет секрецию ГнРГ, нарушает импульсную активность гипофиза и усугубляет ановуляторные нарушения, что патогенетически связано со снижением овариального резерва.

В основной группе наблюдалось достоверное повышение свободного тестостерона ($p_1 = 0,010$; $p_2 < 0,0001$), что подтверждает наличие гиперандrogenного состояния. Гиперандрогения способствует нарушению созревания фолликулов и ухудшению овуляции, усиливает атрезию антравальных фолликулов — и тем самым формирует дополнительный механизм снижения овариального резерва.

Уровень ТТГ был значимо выше в основной группе по сравнению с группой сравнения ($p_1 = 0,018$) и особенно с контролем ($p_2 < 0,0001$), что отражает субклинический гипотиреоз. При этом Т3 и Т4 сохранялись в пределах нормы, но Т4 был значимо ниже, чем в контроле. Частота повышения АТ-ТПО была наибольшей в основной группе, а различия были высокодостоверны ($p_1 = 0,001$; $p_2 < 0,0001$). Аутоиммунная тиреоидная активность усиливает риск гипотиреоза, который в свою очередь нарушает циклическую активность гипоталамо-гипофизарно-яичниковой оси.

Уровень пролактина был существенно выше в основной группе (22,4 нг/мл), что различалось как с группой сравнения ($p_1 = 0,003$), так и с контролем ($p_2 < 0,0001$). Повышение пролактина подавляет секрецию ГнРГ, нарушает импульсную активность гипофиза и усугубляет ановуляторные нарушения, что патогенетически связано со снижением овариального резерва.

В основной группе наблюдалось достоверное повышение свободного тестостерона ($p_1 = 0,010$; $p_2 < 0,0001$), что подтверждает наличие гиперандrogenного состояния. Гиперандрогения способствует нарушению созревания фолликулов и ухудшению овуляции, усиливает атрезию антравальных фолликулов — и тем самым формирует дополнительный механизм снижения овариального резерва.

Уровень ТТГ был значимо выше в основной группе по сравнению с группой сравнения ($p_1 = 0,018$) и особенно с контролем ($p_2 < 0,0001$), что отражает субклинический гипотиреоз. При этом Т3 и Т4 сохранялись в пределах нормы, но Т4 был значимо ниже, чем в контроле.

Частота повышения АТ-ТПО была наибольшей в основной группе, а различия были высокодостоверны ($p_1 = 0,001$; $p_2 < 0,0001$). Аутоиммунная тиреоидная активность усиливает риск гипотиреоза, который в свою очередь нарушает циклическую активность гипоталамо-гипофизарно-яичниковой оси.

Ультразвуковое исследование органов малого таза выявило выраженные морфологические различия между тремя клиническими группами, что позволяет оценивать УЗИ-показатели как ключевые структурные маркеры овариального резерва.

У пациенток основной группы зафиксировано достоверное уменьшение объёма правого и левого яичников (2,5–2,6 см³) по сравнению как с группой сравнения (3,0–3,1 см³; $p_1 < 0,05$), так и с контрольной группой (3,3–3,4 см³; $p_2 < 0,001$). Эти различия демонстрируют выраженное истощение овариальной ткани. Поскольку объём яичников тесно связан с числом растущих фолликулов, его снижение указывает на уменьшение функционального потенциала фолликулярного пула. В группе сравнения объём яичников отличается от основной, но сопоставим с контролем, что подтверждает сохранность структуры яичников при наличии функциональных нарушений цикла без снижения резерва (табл. 2).

КАФ оказался одним из самых информативных УЗИ-параметров. В основной группе количество антравальных фолликулов было минимальным — около 4,1–4,3 на каждый яичник, что достоверно ниже показателей группы сравнения (6,0–6,2; $p_1 < 0,01$) и контрольной группы (7,1–7,3; $p_2 < 0,0001$).

Эти данные указывают на резкое уменьшение фолликулярного резерва у пациентов основной группы. Небольшие различия между группой сравнения и контролем ($p_3=0,04$ для правого яичника) свидетельствуют о физиологической вариабельности и подтверждают, что существенное снижение КАФ характерно лишь для основной группы.

Повышенная эхогенность стромы, отражающая её уплотнение и возможную перестройку интерстициальных структур, была выявлена у 34,5% девушек основной группы, что достоверно превышало показатели контрольной группы (12,0%; $p_2 = 0,029$). Такие изменения могут быть обусловлены: гормональным дисбалансом (гиперандрогенией, гипоэстрогенией); снижением чувствительности яичников к гонадотропинам; нарушениями фолликулогенеза.

В группе сравнения стромальнаяэхогенность была умеренно повышена, однако статистически значимых отличий по сравнению с контролем не выявлено.

Таблица 2
Ультразвуковые показатели репродуктивной системы у девочек-подростков в трёх группах ($M \pm m$)

Показатель	1-я группа (n=29)	2-я группа (n=28)	Контрольная группа (n=50)	p ₁ (осн.– срав.)	p ₂ (осн.– контр.)	p ₃ (срав.– контр.)
Объём правого яичника, см ³	2,6±0,14	3,1±0,18	3,4±0,15	0,013	0,001	0,19
Объём левого яичника, см ³	2,5±0,12	3,0±0,16	3,3±0,14	0,009	0,001	0,22
КАФ (правый яичник), п	4,1±0,4	6,2±0,5	7,3±0,4	0,002	<0,0001	0,041
КАФ (левый яичник), п	4,3±0,3	6,0±0,4	7,1±0,5	0,001	<0,0001	0,058
Толщина эндометрия, мм	3,4±0,18	4,6±0,21	5,1±0,17	<0,0001	<0,0001	0,048
Стромальнаяэхогенность ↑, %	34,5% (10)	17,9% (5)	12,0% (6)	0,128	0,029	0,41
Фолликулярные кисты, %	17,2% (5)	7,1% (2)	4,0% (2)	0,19	0,041	0,48
Ановуляторный тип фолликулогенеза, %	27,6% (8)	14,3% (4)	6,0% (3)	0,16	0,018	0,21

Толщина эндометрия в основной группе составила 3,4±0,18 мм, что достоверно ниже, чем в группе сравнения (4,6±0,21 мм; p₁<0,0001) и в контрольной группе (5,1±0,17 мм; p₂<0,0001). Это является признаком недостаточной эстрadiоловой стимуляции, типичной для гипоэстрогенных состояний, аменореи, дисфункций яичников.

Уровень эндометрия у контрольной группы соответствовал нормальному циклическому развитию.

Фолликулярные кисты и задержка роста доминантного фолликула чаще встречались у основной группы (17,2%), что достоверно выше показателей контрольной группы (4,0%; p₂ = 0,041). Эти данные подтверждают нарушение созревания фолликулярного аппарата и склонность к ановуляции.

Ановуляторный тип фолликулогенеза также был значительно более распространён в основной группе (27,6%), чем в контрольной (6,0%; p₂ = 0,018). Это подчёркивает наличие функциональных нарушений овариальной деятельности, непосредственно влияющих на репродуктивные перспективы.

Таблица 3
Допплерометрические показатели маточных и яичниковых артерий

Показатель	Контроль (n=50)	1-я группа (n=29)	2-я группа (n=28)	p ₁ (1 гр – контр.)	p ₂ (2гр – контр.)	p ₃ (1 - 2 группы)
Маточные артерии						
RI маточных артерий (M±SD)	0,64±0,05	0,69±0,06	0,79±0,07	<0,05	<0,001	<0,001
PI маточных артерий (M±SD)	1,4±0,2	1,7±0,3	2,2±0,3	<0,05	<0,001	<0,001
TAMXV, см/с (M±SD)	18,5±3,1	15,9±2,8	11,2±2,4	<0,05	<0,001	<0,001
Яичниковые артерии						
RI яичниковых артерий (M±SD)	0,60±0,06	0,66±0,06	0,76±0,07	<0,05	<0,001	<0,001
PI яичниковых артерий (M±SD)	1,3±0,2	1,6±0,3	2,1±0,3	<0,05	<0,001	<0,001
TAMXV, см/с (M±SD)	20,1±3,3	16,8±3,0	12,4±2,7	<0,05	<0,001	<0,001
Наличие выраженного диастолического компонента, n (%)	50 (100)	26 (89,7)	10 (35,7)	>0,05	<0,001	<0,001



Таким образом, результаты ультразвукового исследования свидетельствуют о том, что у пациенток основной группы имеются выраженные структурные и функциональные изменения репродуктивной системы, соответствующие снижению овариального резерва. УЗИ-показатели являются объективными и высокочувствительными маркерами, позволяющими использовать их как ключевые компоненты диагностических алгоритмов для раннего выявления групп риска в подростковом возрасте.

Анализ допплерометрических параметров маточных и яичниковых артерий выявил выраженные межгрупповые различия, что подтверждает участие сосудистого фактора в формировании сниженного овариального резерва у девочек-подростков (табл. 3).

У пациенток контрольной группы показатели периферического сопротивления находились в пределах физиологической нормы для подросткового периода: средние значения RI и PI маточных артерий составляли $0,64 \pm 0,05$ и $1,4 \pm 0,2$ соответственно, что сопровождалось устойчивым диастолическим компонентом и относительно высокими скоростными характеристиками ($TAMXV = 18,5$ см/с). Эти параметры отражают адекватную перфузию матки и нормальный тонус артериального русла.

В 1-й подгруппе, включавшей подростков без выраженного снижения овариального резерва, но имеющих нарушения менструального цикла, выявлена тенденция к умеренному повышению сосудистого сопротивления. Значения RI и PI оказались выше, чем в контрольной группе ($RI = 0,69 \pm 0,06$; $PI = 1,7 \pm 0,3$), при одновременном снижении $TAMXV$ до $15,9 \pm 2,8$ см/с. Эти изменения можно рассматривать как функциональную адаптивную реакцию сосудистого русла на гормональные и нейровегетативные колебания, характерные для подросткового пубертатного периода.

Наиболее значимые изменения зарегистрированы у пациенток 2-й подгруппы со сниженным овариальным резервом. В этой группе показатели RI и PI маточных артерий достигали максимальных значений ($0,79 \pm 0,07$ и $2,2 \pm 0,3$ соответственно), что указывает на повышенное периферическое сопротивление и снижение эластичности артерий. Снижение $TAMXV$ до $11,2 \pm 2,4$ см/с свидетельствует о выраженной гипоперфузии, которая может приводить к нарушению ангиогенеза и ухудшению трофики эндометрия и гонад.

Сходная динамика выявлена при анализе кровотока в яичниковых артериях. У здоровых подростков регистрировались низкие значения RI и PI ($0,60 \pm 0,06$ и $1,3 \pm 0,2$), отражающие физиологическую васкуляризацию яичниковой стромы. У девочек 1-й подгруппы показатели умеренно повышались ($RI = 0,66 \pm 0,06$; $PI = 1,6 \pm 0,3$), однако сохранялся стабильный диастолический компонент, что свидетельствует о компенсированном характере изменений.

Наиболее выраженные нарушения выявлены у подростков со сниженным овариальным резервом: значения RI достигали $0,76 \pm 0,07$, PI — $2,1 \pm 0,3$, а скоростные характеристики существенно снижались ($TAMXV \approx 12,4 \pm 2,7$ см/с). В ряде случаев отмечено сглаживание или отсутствие диастолического кровотока, что рассматривается как признак критически сниженной ангиогенной активности и истощения сосудистого резерва яичниковой ткани.

Совокупность выявленных изменений свидетельствует о том, что снижение овариального резерва сопровождается не только гормональными и морфометрическими отклонениями, но и существенными нарушениями микроциркуляции в матке и яичниках. Повышение RI и PI на фоне снижения $TAMXV$ отражает уменьшение кровоснабжения гонад, что приводит к ухудшению фолликулогенеза и снижению биологического потенциала яичников. Такая закономерность подтверждается корреляционным анализом: показатели сопротивления сосудов демонстрируют обратную связь с уровнями АМГ, объемом яичников и числом антральных фолликулов.

Проведенный корреляционный анализ позволил определить характер взаимосвязей между параметрами кровотока в маточных и яичниковых артериях и основными маркерами овариального резерва у девочек-подростков. Полученные коэффициенты корреляции подтверждают, что гемодинамические изменения в репродуктивной системе непосредственно отражают степень функционального истощения фолликулярного аппарата и снижение эндокринной активности яичников (табл. 4).

Таблица 4

Корреляции между допплерометрическими и маркерами овариального резерва

Пара показателей	r	p	Направление связи
RI яичниковых артерий – АМГ	-0,62	<0,001	Чем выше RI, тем ниже АМГ
PI яичниковых артерий – АМГ	-0,55	<0,01	Обратная корреляция
RI маточных артерий – КАФ	-0,57	<0,01	Увеличение RI сопровождается снижением КАФ
PI маточных артерий – объём яичника	-0,49	<0,05	Обратная связь
TAMXV – КАФ	+0,52	<0,01	При увеличении TAMXV возрастает КАФ

Наиболее значимая отрицательная корреляция выявлена между индексом резистентности (RI) яичниковых артерий и уровнем антимюллера гормона (АМГ) ($r = -0,62$; $p < 0,01$). Это свидетельствует о том, что повышение периферического сосудистого сопротивления в яичниковой ткани сопровождается снижением секреции АМГ, являющегося маркером популяции преандральныx и антральных фолликулов. Подобная связь имеет выраженное биологическое обоснование: ухудшение перфузии яичника приводит к снижению активности стромального аппарата, нарушению ангиогенеза и ухудшению созревания фолликулов, что закономерно отражается на гормональном профиле.

Аналогичная, хотя несколько менее выраженная, обратная связь прослеживается между PI яичниковых артерий и АМГ ($r = -0,55$; $p < 0,01$), что подтверждает диагностическую значимость пульсационного индекса как маркера нарушения эластичности и сосудистого тонуса в микроциркуляторном русле гонад. Повышенные значения PI косвенно указывают на снижение сосудистого резерва, что сопровождается уменьшением фолликулярного пула.

Значимая отрицательная корреляция между RI маточных артерий и количеством антральных фолликулов (КАФ) ($r = -0,57$; $p < 0,01$) показывает, что усиление сопротивления в маточных артериях также ассоциировано с недостаточной активностью репродуктивной системы. Это подтверждает концепцию «единого сосудистого континуума» матки и яичников, при котором ухудшение маточной перфузии отражается на функциональном состоянии гонад через снижение притока крови к придаткам.

Отрицательная связь между PI маточных артерий и объёмом яичников ($r = -0,49$; $p < 0,05$) подчёркивает, что системное нарушение регионарной гемодинамики формирует условия для уменьшения яичниковой стромы и снижения функциональной активности органа.

Особый интерес представляет выявленная положительная корреляция между TAMXV в яичниковых артериях и КАФ ($r = +0,52$; $p < 0,01$). Более высокие показатели средней скорости кровотока ассоциированы с большим количеством антральных фолликулов, что отражает прямое влияние адекватной перфузии на фолликулогенез. Этот показатель может рассматриваться как наиболее чувствительный ранний индикатор сохранности овариального резерва.

В совокупности результаты корреляционного анализа демонстрируют целостный сосудисто-функциональный паттерн, характерный для подростков со сниженным овариальным резервом. Повышение RI и PI практически во всех исследуемых артериях имеет чёткие и статистически достоверные связи с уменьшением объёма яичников, снижением уровня АМГ и уменьшением числа антральных фолликулов. Эти данные подтверждают, что допплерометрические параметры не только отражают текущие нарушения микроциркуляции, но и обладают ценностью ранних прогностических маркеров.

Таблица 5

Диагностическая значимость допплерометрических показателей в выявлении сниженного овариального резерва (ROC-анализ)

Показатель	AUC (95% ДИ)	Cut-off	Чувствительность, %	Специфичность, %	PPV, %	NPV, %
RI яичниковых артерий	0,82 (0,73–0,91)	>0,72	78	80	75	82
PI яичниковых артерий	0,79 (0,69–0,88)	>1,9	75	78	73	80
RI маточных артерий	0,76 (0,66–0,86)	>0,74	70	77	71	76
TAMXV яичниковых артерий	0,77 (0,67–0,87)	<14,0 см/с	74	75	72	77



Для оценки диагностической информативности допплерометрических показателей маточных и яичниковых артерий в отношении выявления сниженного овариального резерва был проведён ROC-анализ. В качестве исхода использовали наличие/отсутствие снижения овариального резерва (по совокупности гормональных и ультразвуковых критериев).

Для каждого показателя рассчитывали: площадь под ROC-кривой (AUC), 95% доверительный интервал, оптимальный порог отсечения (cut-off) по критерию Юдена ($J = \text{Sensitivity} + \text{Specificity} - 1$), чувствительность, специфичность, положительную и отрицательную прогностическую ценность (PPV, NPV).

ROC-анализ показал, что наибольшей диагностической значимостью для выявления снижения овариального резерва у девочек-подростков обладают RI яичниковых артерий ($AUC=0,82$) и ТАМХV яичниковых артерий ($AUC\approx0,77$). Использование порога $RI>0,72$ позволяет с чувствительностью около 78% и специфичностью порядка 80% выявлять подростков с высоким риском снижения овариального резерва (табл. 5).

Таким образом, допплерометрические параметры могут рассматриваться как важные и чувствительные дополнительные маркеры раннего снижения овариального резерва. Включение их в комплекс диагностического обследования подростков с нарушениями менструального цикла позволяет существенно повысить точность стратификации риска и своевременно выделить группу пациенток, нуждающихся в углублённом наблюдении и коррекции.

Обсуждение: полученные результаты демонстрируют ключевую роль сосудистого компонента в формировании сниженного овариального резерва у подростков. Повышение сосудистого сопротивления в маточных и яичниковых артериях отражает нарушения микроциркуляции, снижение ангиогенной активности и ухудшение трофики яичниковой ткани.

Эти данные согласуются с работами других исследователей, указывающих, что снижение овариальной перфузии приводит к уменьшению количества антравальных фолликулов и снижению активности стромального аппарата яичников (Chenetal., 2020; Wangetal., 2019). У подростков этот механизм особенно значим, поскольку репродуктивная система находится в фазе активного функционального становления.

По мнению ряда авторов (Kimetal., 2021; Borhanova, 2018), допплерометрия может служить чувствительным индикатором ранних нарушений овариального функционирования, особенно когда гормональные показатели находятся на границе нормы. Наше исследование подтверждает, что повышение RI и PI, а также снижение ТАМХV являются дополнительными маркерами риска снижения овариального резерва.

Выводы:

1. Спектральная допплерография маточных и яичниковых артерий обладает высокой информативностью при оценке овариального резерва у девочек-подростков;
2. Подростки со сниженным овариальным резервом характеризуются повышением индексов периферического сосудистого сопротивления и снижением диастолического кровотока. Допплерометрические параметры RI, PI и ТАМХV достоверно коррелируют с уровнем АМГ, ФСГ, КАФ и объёмом яичников;
3. Использование допплерографии как дополнительного диагностического инструмента повышает точность раннего выявления риска снижения овариального резерва в амбулаторной практике. Показатели $RI >0,75$, $PI >2,0$, снижение ТАМХV и уменьшение диастолического компонента являются маркерами риска развития снижения овариального резерва у девочек-подростков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алёхина Л. В., Рогова О. А., Бондаренко В. М. Возможности ультразвуковой допплерографии в оценке состояния репродуктивной системы у подростков. // Акушерство и гинекология. 2018;(7):78–84.
2. Борханова С. А., Ахмедова Н. Р., Юсупова Г. Х. Функциональные параметры органов малого таза у девочек пубертатного периода по данным ультразвукового исследования. Педиатрия. 2017;96(4): 52–57.



3. Волкова Е. В., Смирнова Л. А. Современные подходы к оценке овариального резерва у женщин и подростков. // Российский вестник акушера-гинеколога. 2020;20(5):23-30.
4. Гусейнова Э. М., Тареева Т. Г. Антимюллеров гормон как маркёр овариального резерва: клиническое значение. // Акушерство, гинекология и репродукция. 2019;13(3):198-205.
5. Долгушина Н. В., Сухих Г. Т. Ангиогенез и сосудистая регуляция функций яичников. // Журнал акушерства и женских болезней. 2016;65(4):42-49.
6. Каримова Д.М., Халилова Г.Ш. Особенности кровотока маточных артерий в периоде полового созревания. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2021;(2):34–40.
7. Летягин В. П., Малышева Н. В. Допплерометрия в гинекологии: клиническое применение. // Радиология – практика. 2015;10(2):15-22.
8. Савельева Г. М., Бицадзе В. О., Цыганкова И. Г. Роль нарушений микроциркуляции в патогенезе дисфункции яичников. // Российский медицинский журнал. 2019;25(3):155-159.
9. Уварова Е. В., Дубоссарская З. М. Современные аспекты диагностики нарушений репродуктивного здоровья у девочек-подростков. Проблемы репродукции. 2017;23(6):34–41.
10. Kim J., Suh B., Lee J. Ovarian stromal blood flow as a marker of ovarian reserve in adolescents: Doppler evaluation. // Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology. 2021;34(2):150-157. DOI: 10.1016/j.jpag.2020.10.005.
11. Chen Y., Wang W., Li X. Association between ovarian blood flow and AFC/AMH in young females: a Doppler study. Human Reproduction. 2020;35(9):2104-2113. DOI: 10.1093/humrep/deaa169.
12. Wang W., Sun Y., Li L. Uterine artery Doppler indices as predictors of diminished ovarian reserve. // Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. 2019;53(6):838-845. DOI: 10.1002/uog.19143.
13. Zhang X., Li Y., Chen F. Doppler ultrasonography of ovarian arteries and ovarian reserve markers in adolescents with menstrual disorders. // Fertility and Sterility. 2020;114(4):880-887. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2020.05.025.
14. Sahin Y., Yildiz A., Kelekci S. Uterine and ovarian artery Doppler flow in adolescents with hypoestrogenism. // Journal of Clinical Ultrasound. 2018;46(5):309-315. DOI: 10.1002/jcu.22548.
15. Rottenstreich A., Sivan E. Anti-Müllerian hormone trends and ovarian blood flow in adolescents. // Reproductive Biology and Endocrinology. 2017;15:54. DOI: 10.1186/s12958-017-0275-9.

Поступила 20.10.2025