



Возможности применения доплерографии при плоскоклеточной интраэпителиальной неоплазии шейки матки

А. Н. Ригер^{1,2✉}, Б. И. Керимова³, Т. А. Марьянова⁴, Е. В. Герфанова⁵, И. Б. Антонова⁶,
Н. В. Мельникова⁶, Н. В. Харченко¹, А. Д. Каприн^{1,2}

¹ Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

² Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

³ Красногорская больница, г. Красногорск, Московская область, Российская Федерация

⁴ Московский областной НИИ акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского, г. Москва, Российская Федерация

⁵ Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В. И. Кулакова Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

⁶ Российский научный центр рентгенорадиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

✉ aleksrigger96@mail.ru

Аннотация

Совершенствование программ скрининга позволило значительно увеличить число впервые выявленных случаев рака шейки матки на стадии *in situ*. Тем не менее используемые методы не всегда оказываются достаточно чувствительны и специфичны. Определение индексов кровотока в маточных артериях и артериях шейки матки при трансвагинальном ультразвуковом исследовании (УЗИ) с доплерографией может быть рассмотрен как дополнительный метод скрининга.

Цель исследования. Оценка взаимосвязи между индексами кровотока маточных и шейечных артерий при разной степени плоскоклеточной интраэпителиальной неоплазии шейки матки методом трансвагинального УЗИ с доплерографией.

Пациенты и методы. В исследование были включены 60 пациенток. В 1-ю группу включены 20 пациенток с цервикальной интраэпителиальной неоплазией тяжелой степени (HSIL), инфицированных ВПЧ высокого канцерогенного риска (преимущественно 16-го и 18-го типа). Во 2-ю группу вошли 20 пациенток с цервикальной интраэпителиальной неоплазией легкой степени (LSIL) и ВПЧ низкого канцерогенного риска. Контрольную группу составили 20 здоровых пациенток. Всем пациенткам проводились трансабдоминальное и трансвагинальное УЗИ в режиме реального времени на ультразвуковых аппаратах Resona 7, Mindray (Германия). Индекс резистентности (ИР) маточных артерий и сосудов шейки матки измерялся путем доплерометрии и рассчитывался автоматически для каждой идентифицированной артерии. Статистический анализ проводился с помощью пакетов программ Microsoft Excel 365 и SPSS 20.0. Различия признавались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. По результатам дисперсионного анализа ИР шейечных артерий в 1-й группе (0,37 (0,25–0,57)) был достоверно ниже ($p < 0,001$). Во 2-й группе (0,63 (0,59–0,67)) была тенденция к снижению ($p = 0,09$) в сравнении с контрольной группой (0,70 (0,6–0,73)). При анализе показателей внутри двух исследуемых групп выявлено значимое ($p < 0,001$) снижение ИР шейечных артерий в 1-й группе (0,37 (0,25–0,57)) в сравнении со 2-й (0,63 (0,59–0,67)). При корреляционном анализе в 1-й и 2-й и группах ИР артерий шейки матки и маточных артерий корреляционная связь не отмечена.

Заключение. Применение трансвагинального УЗИ с доплерографией в комплексе с другими методами скрининга может быть использовано в качестве дополнительного метода для улучшения результатов ранней диагностики и лечения предраковых заболеваний шейки матки.

Ключевые слова:

рак шейки матки, интраэпителиальная неоплазия, доплеровское картирование, доплерографические индексы

Для цитирования: Ригер А. Н., Керимова Б. И., Марьянова Т. А., Герфанова Е. В., Антонова И. Б., Мельникова Н. В., Харченко Н. В., Каприн А. Д. Возможности применения доплерографии при плоскоклеточной интраэпителиальной неоплазии шейки матки. Research and Practical Medicine Journal (Исследования и практика в медицине). 2025; 12(3): 21–30. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-3-2> EDN: EJBLQP

Для корреспонденции: Ригер Александра Николаевна – аспирант кафедры онкологии и рентгенорадиологии Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация; врач-онколог Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

E-mail: aleksrigger96@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2076-2016>, eLibrary SPIN: 9911-4327, AuthorID: 1269280, Scopus Author ID: 58411927900

Соблюдение этических стандартов: в работе соблюдались этические принципы, предьявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ред. 2013). Исследование одобрено комитетом по этике Медицинского института РУДН (выписка из протокола №3 от 20.01.2025). Информированное согласие получено от всех участников исследования.

Финансирование: финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи. Автор статьи А. Д. Каприн является главным редактором журнала «Research'n Practical Medicine Journal». Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования независимыми экспертами. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Статья поступила в редакцию 29.05.2025; одобрена после рецензирования 30.07.2025; принята к публикации 27.08.2025.

Possibilities of using Dopplerography in squamous intraepithelial neoplasia of the cervix

A. N. Riger^{1,2✉}, B. I. Kerimova³, T. A. Maryanova⁴, E. V. Gerfanova⁵, I. B. Antonova⁶, N. V. Melnikova⁶,
N. V. Kharchenko¹, A. D. Kaprin^{1,2}

¹ Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

² P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation

³ Krasnogorsk Hospital, Krasnogorsk, Moscow region, Russian Federation

⁴ Academician V. I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow, Russian Federation

⁵ National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Moscow, Russian Federation

⁶ Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russian Federation

✉ aleksrigr96@mail.ru

Abstract

Improvements in screening programs have significantly increased the number of newly diagnosed cases of cervical cancer at the *in situ* stage. However, the methods used are not always sufficiently sensitive and specific. Determination of blood flow indices in the uterine arteries and cervical arteries during transvaginal ultrasound examination (TVUS) with Dopplerography can be considered as an additional screening method.

Purpose of the study. To assess the relationship between the blood flow indices of the uterine and cervical arteries with different degrees of squamous cell intraepithelial neoplasia of the cervix TVUS with Dopplerography.

Patients and methods. The study included 60 patients. The 1st study group included 20 patients with high grade squamous intraepithelial lesion (HSIL) infected with HPV of high carcinogenic risk (mainly types 16 and 18). The 2nd group included 20 patients with low grade squamous intraepithelial lesion (LSIL) and HPV of low carcinogenic risk. The control group included 20 healthy female patients. All patients underwent a comprehensive transabdominal and TVUS was performed in real time on Resona 7, Mindray (Germany) ultrasound machines. Resistance index (RI) of the uterine arteries and cervical vessels were measured by Doppler ultrasound and calculated automatically for each identified artery. Statistical analysis was performed using Microsoft Excel 365 and SPSS 20.0 software packages. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$.

Results. According to the results of the analysis of variance the RI of the cervical arteries in the 1st study group (0.37 (0.25–0.57)) was significantly lower ($p < 0.001$). In the 2nd study group (0.63 (0.59–0.67)), there was a tendency to decrease ($p = 0.09$) compared with the control group (0.70 (0.61–0.73)). The analysis of the parameters within the two study groups revealed a significant ($p < 0.001$) decrease in cervical artery pressure in group 1 (0.37 (0.25–0.57)) compared with group 2 (0.63 (0.59–0.67)). No correlation was noted in the correlation analysis of the RI of the cervical arteries and uterine arteries in Study Group I and II.

Conclusion. The use of TVUS with Dopplerography in combination with other screening methods can be used as an additional method to improve the results of early diagnosis and treatment of precancerous diseases of the cervix.

Keywords:

cervical cancer, intraepithelial neoplasia, Doppler mapping, Dopplerographic indices

For citation: Riger A. N., Kerimova B. I., Maryanova T. A., Gerfanova E. V., Antonova I. B., Melnikova N. V., Kharchenko N. V., Kaprin A. D. Possibilities of using Dopplerography in squamous intraepithelial neoplasia of the cervix. Research and Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2025; 12(3): 21–30. (In Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-3-2> EDN: EJBLQP

For correspondence: Alexandra N. Riger – MD, PhD student of the Department of Oncology and Radiology of the Medical Institute, Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation; Oncologist, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation

Address: Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198, Russian Federation

E-mail: aleksrigr96@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2076-2016>, eLibrary SPIN: 9911-4327, AuthorID: 1269280, Scopus Author ID: 58411927900

Compliance with ethical standards: the study followed the ethical principles set forth by the World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ed. 2013. The study was approved by the Ethics Committee of the RUDN University Medical Institute (extract from Protocol No. 3 dated 01/20/2025). Informed consent was obtained from all participants of the study.

Funding: this work was not funded.

Conflict of interest: the authors state that there are no conflicts of interest to disclose. Andrey D. Kaprin is the Editor-in-Chief of the Journal «Research'n Practical Medicine Journal» and one of the authors of the article. The article has passed the review procedure accepted in the Journal by independent experts. The authors did not declare any other conflicts of interest.

The article was submitted 29.05.2025; approved after reviewing 30.07.2025; accepted for publication 27.08.2025.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Большинство случаев рака шейки матки (РШМ), которому предшествует плоскоклеточная интраэпителиальная неоплазия, в развитых странах диагностируют *in situ* благодаря активному внедрению и совершенствованию программ скрининга [1]. Тем не менее РШМ занимает 3-е место (19,3 %) среди всех новообразований визуальных локализаций, диагностированных на поздних стадиях (III–IV) [2].

Инфицирование вирусами папилломы человека (ВПЧ) высокого канцерогенного риска остается основным провоцирующим фактором плоскоклеточной интраэпителиальной неоплазии [3]. Ввиду раннего начала половой жизни средний возраст начала инфицирования у женщин продолжает снижаться, и все больше случаев РШМ регистрируется в возрасте 25–29 лет. Поэтому важно осуществлять постоянный контроль состояния здоровья молодых пациенток из группы риска.

Согласно рекомендациям ВОЗ, наиболее результативным является скрининг у женщин в возрасте до 30 лет [4]. Цитологическое исследование, разрешенное в России с 21 года согласно клиническим рекомендациям, демонстрирует недостаточную чувствительность (менее 70 %) при выявлении цервикальной интраэпителиальной неоплазии тяжелой степени (HSIL) (CINII–III) [5]. Тест на определение вируса папилломы человека (ВПЧ-тест) имеет большую чувствительность (84–97 %) для CINII–III, но меньшую специфичность (61–95 %), особенно у женщин моложе 30 лет [6]. До 25 лет ВПЧ-инфекция чаще носит транзиторный характер, а CINII–III регрессирует спонтанно [7]. Большое число ложноположительных результатов с последующей кольпоскопией и биопсией расценивают как гипердиагностику. Лечение дисплазии в объеме эксцизии или конизации в будущем может быть ассоциировано с повышенным риском преждевременных родов, что имеет большое значение для молодых женщин, планирующих беременность [8].

Длительно персистирующая ВПЧ-инфекция оказывает влияние как на эпителий, так и на кровоток, и за счет нарушений местных иммунорегуляторных процессов способствует дальнейшей инвазии и развитию патологического ангиогенеза [9]. Оценить показатели изменяющегося кровотока возможно при трансвагинальном ультразвуковом исследовании (УЗИ) с применением трехмерной методики. Более детальную визуализацию мелких сосудов осуществляют при цветной и энергетической доплерографии (ЭД). К преимуществам метода относятся неинвазивность, низкая стоимость и возможность многократного применения. Для диагностики воспалительных заболе-

ваний, а также для дифференциальной диагностики злокачественных и доброкачественных новообразований оценивают показатели кровотока. Для оценки степени сосудистого сопротивления используют систолическое диастолическое отношение (СДО), индекс резистентности (ИР) и пульсационный индекс (ПИ) [10]. Именно эти показатели позволяют охарактеризовать патологический кровоток. Применение доплерографии все чаще рассматривается как дополнительный метод для повышения диагностической значимости скрининга. Однако показания для ее применения пока не определены.

Цель исследования: оценка взаимосвязи между индексами кровотока маточных и шейечных артерий при разной степени плоскоклеточной интраэпителиальной неоплазии шейки матки методом трансвагинального УЗИ с доплерографией.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 60 пациенток, наблюдавшихся в ГБУЗ МО «Красногорская больница» в период с 2024 по 2025 г. Все пациентки были разделены на 3 группы. В 1-ю группу были включены 20 пациенток с HSIL, инфицированных ВПЧ высокого канцерогенного риска (преимущественно 16-го и 18-го типов). Во 2-ю группу вошли 20 пациенток с LSIL и ВПЧ низкого канцерогенного риска. Контрольная группа составили 20 здоровых пациенток.

Критерии исключения были следующими: возраст менее 18 и старше 65 лет, постменопауза, факт установленной беременности, лактационный период, период менструации, применение вагинальных медикаментов или комбинированных оральных контрацептивов за 3 дня до исследования. Также исключались злокачественные новообразования, конизация шейки матки, эмболизация маточных артерий, химиолучевое лечение в анамнезе.

Всем пациенткам проводилась жидкостная цитология с последующим ВПЧ-тестированием методом ПЦР в материале консервирующего раствора ПАП-теста CellPrep. Для выявления, типирования и количественного определения ВПЧ низкого (6, 11, 44 типа) и высокого (16, 18, 26, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 53, 56, 58, 59, 66, 68, 73, 82 типа) канцерогенного риска использовали набор реагентов «HPV квант – 21». Кольпоскопическая оценка шейки матки проводилась в соответствии с рекомендациями, разработанными Американским обществом кольпоскопии и патологии шейки матки (American Society for Colposcopy and Cervical Pathology, ASCCP) [11]. По результатам биопсии пораженных участков слизистой шейки матки выставлялся гистологический диагноз в соответствии с классификацией опухолей женской половой системы (ВОЗ, 2020 г.) [12].

Всем пациенткам комплексно осуществлялось трансабдоминальное и трансвагинальное УЗИ в режиме реального времени на ультразвуковых аппаратах Resona 7, Mindray (Германия) с применением конвексных датчиков с частотой 5МГц, вагинальных датчиков с частотой 2–11 МГц. Использовалась стандартная методика осмотра органов малого таза в положении лежа на спине при тугом и опорожненном наполнении мочевого пузыря. Проводилось измерение ИР в сосудах путем доплерометрии в области нижней трети шейки матки, соответствующей ее влагалищной порции, преимущественно зоне эктоцервикса, по периферии наружного зева. Значения ПИ и ИР рассчитывались автоматически.

Статистический анализ

Статистический анализ выполнялся с помощью пакетов программ Microsoft Excel 365 и SPSS 20.0. Первоначально была выполнена итоговая статистика с определением медианы и интерквартильного размаха (Q1 – Q3). Оценка на нормальность распределения проводилась в программе Excel. Для оценки влияния степени дисплазии на параметры кровотока проводился дисперсионный анализ (ANOVA) с подтверждением полученных различий с использованием двухвыборочного t-теста с неодинаковыми дисперсиями. Был выполнен корреляционный анализ между ИР артерий шейки матки и маточными артериями в программе Excel. Различия признавались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всем пациенткам проводилось определение резистивных индексов (ИР) в маточных и шеечных артериях. Допплерометрия сосудов шейки матки – ветвей нисходящей ветви маточных артерий и влагалищной ветви при HSIL представлена на рис. 1, 2.

Для пациенток контрольной группы и пациенток с LSIL более характерен высоко резистентный кровото-

ток, который мало отличим по УЗИ с доплерометрией. При HSIL наблюдается напротив низко резистентный кровоток с гиперваскуляризацией. Также заметно снижение значений показателей ИР при тяжелой дисплазии.

Результаты дисперсионного анализа показали достоверное влияние диспластических изменений слизистой цервикального канала на ИР сосудов исследуемых локализаций. ИР шеечных артерий в 1-й исследовательской группе (0,37 (0,25–0,57)) был достоверно ниже ($p < 0,001$), а во 2-й исследовательской группе (0,63 (0,59–0,67)) была тенденция к снижению ($p = 0,09$) в сравнении с контрольной группой 0,70 (0,61–0,73). При анализе всех показателей внутри двух исследуемых групп выявлено значимое ($p < 0,001$) снижение ИР в 1-й группе (0,37 (0,25–0,57)) в сравнении со второй (0,63 (0,59–0,67)) (табл. 1).

При корреляционном анализе в 1-й и 2-й группах между ИР артерий шейки матки и маточных артерий корреляционной связи не выявлено.

ОБСУЖДЕНИЕ

Измененный кровоток при злокачественных новообразованиях шейки матки визуализируется уже на IA стадии при проведении трансвагинального УЗИ в стандартном В-режиме в виде участков пониженной эхогенности без четких контуров [13]. Однако метод имеет относительно невысокую чувствительность 84 % (77–90 %) и специфичность 80 % (61–91 %) [14]. Для диагностики патологических изменений эпителия шейки матки без инвазии в базальную мембрану, таких как преинвазивный рак (CIS) и дисплазия разной степени тяжести (CIN I–III) более применима ультразвуковая доплерография [15]. Ввиду отсутствия данных, позволяющих разграничивать прогрессирующую и регрессирующую злокачественную трансформацию эпителия шейки матки на этапе дисплазии, данный метод сам по себе не применяется в данной группе пациенток.

Таблица 1. Сравнение доплерографических показателей кровотока при разной степени дисплазии
Table 1. Comparison of Dopplerographic parameters of blood flow in patients with varying degrees of dysplasia

	Контроль / Control	LSIL	p	Контроль / Control	HSIL	p	LSIL	HSIL	p
Контроль / Control	0,89 (0,82–0,97)	0,89 (0,83–0,94)	$p = 0,97$	0,89 (0,82–0,97)	0,88 (0,83–0,92)	$p = 0,60$	0,89 (0,83–0,94)	0,88 (0,83–0,92)	$p = 0,59$
Контроль / Control	0,70 (0,61–0,73)	0,63 (0,59–0,67)	$p = 0,09$	0,70 (0,61–0,73)	0,37 (0,25–0,57)	$p < 0,001^*$	0,63 (0,59–0,67)	0,37 (0,25–0,57)	$p < 0,001^*$

Примечание: ИР – индекс резистентности, МА – артерии матки, ША – артерии шейки матки; $*p < 0,05$.

Note: RI – resistance index, UA – uterine artery, CA – artery of the cervix; $*p < 0.05$.

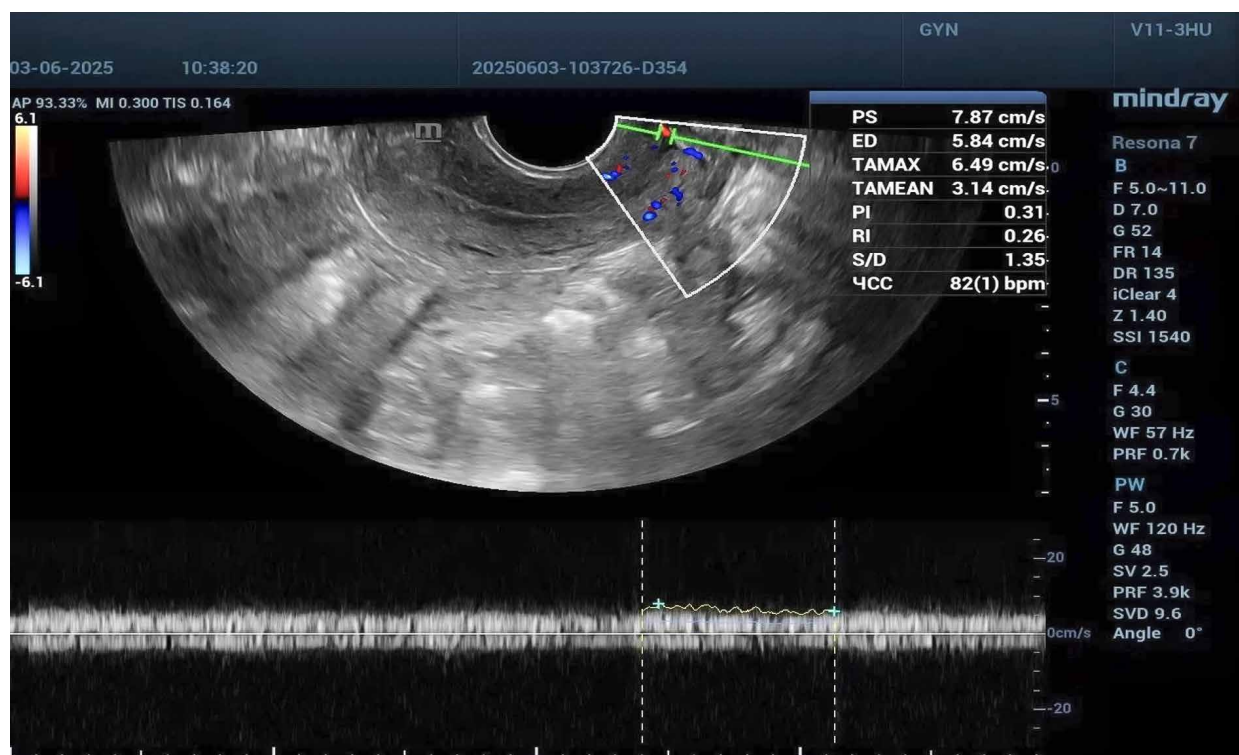


Рис. 1. Допплерометрия сосудов шейки матки

Fig. 1. Dopplerometry of the vessels of the cervix



Рис. 2. Допплерометрия сосудов шейки матки при HSIL

Fig. 2. Dopplerometry of the vessels of the cervix in HSIL

ВПЧ как основной провоцирующий фактор интра-эпителиальной неоплазии и РШП, длительно персистирует и поражает преимущественно клетки плоского эпителия. Учитывая, что прямого влияния вирус на сосудистое русло не оказывает, а попадая в кровоток не вызывает воспалительной реакции, никаких значимых изменений в сосудах установить на ранних этапах не удастся. Тем не менее, предположительно, под влиянием местных цитокинов и сосудисто-эндотелиального фактора роста (VEGF), происходит изменение и перестройка сосудистой сети в области патологического очага на более запущенных стадиях. Это в свою очередь способствует дальнейшей злокачественной трансформации [16].

В ранее проводимых исследованиях рассматривались различные показатели для определения качественных и количественных изменений кровотока в шейке матки и в области патологического очага. В своем исследовании P. Belitsos и соавт. сравнивали индекс васкуляризации (VI), индекс потока (FI) и индекс потока васкуляризации (VFI) методом трехмерной (3D) ЭД в группах контроля, с РШМ и дисплазией [15]. По полученным данным все исследуемые показатели были статистически выше ($p < 0,001$) при патологии шейки матки в сравнении со здоровыми пациентками. Также прослеживалась положительная корреляция между интенсивностью опухолевого процесса и ростом вычисляемых индексов. Внутри группы с дисплазией шейки матки не было получено значимых различий в исследуемых показателях в зависимости от степени тяжести дисплазии.

В нашем исследовании отмечено значимое снижение ИР в группе HSIL, инфицированных ВПЧ высокого канцерогенного риска. При низкой степени дисплазии и ВПЧ низкого канцерогенного риска значимых различий с группой контроля данного доплерометрического показателя не выявлено. При сравнительном анализе обеих групп ИР оказался значимо ниже в 1-й группе. Данные результаты свидетельствуют о том, что с усугублением тяжести патологического процесса отмечается снижение ИР, что объясняется расширением сосудов. Вероятнее всего этот процесс связан со структурной неполноценностью, характерной для неоангиогенеза.

Y. C. Wu и соавт. также проводили оценку индексов кровотока [17]. В сравнении с контролем в группе с дисплазией различия в значениях ПИ, ИР и васкуляризации были достоверно ниже ($p < 0,01$). Авторы пришли к выводу, что оценка показателей скорости кровотока микрососудов может быть применима в практике как дополнительный метод диагностики ВПЧ-инфекции шейки матки.

O. Doğan и соавт. выделили диагностическую значимость ИР, установив достоверное снижение ($p = 0,03$) у пациенток с ВПЧ высокого канцерогенного риска

в сравнении с контрольной группой [18]. Достоверных различий в ПИ между здоровыми пациентками и пациентками с ВПЧ высокого канцерогенного риска получено не было ($p > 0,05$). В исследовании также было установлено, что вычисление ИР в дополнение к рутинным методам позволило увеличить специфичность цитологии с 54,4 до 69,8 % и теста на ВПЧ высокого канцерогенного риска с 40,9 до 70,7 %, но снизив при этом их чувствительность с 58,5 до 23,5 % и с 76,5 до 29,4 % соответственно.

В исследовании H. Liang и соавт. было продемонстрировано, что использование доплерографии в комплексе с цитологическим исследованием и ВПЧ-тестом значительно повышает чувствительность рутинного обследования [19].

Анализируя все полученные данные, необходимо принимать во внимание возрастные изменения кровотока, а также влияние гормонального фона и менструального цикла. По данным И. А. Озерской и соавт. в репродуктивном возрасте сосудистый тонус и характеризующие его параметры выше, чем в менопаузе, когда ИР может достигать 1,0 ввиду ослабления перфузии и обеднения сосудистой сети [20]. У менструирующих женщин снижение до 0,84 и ПИ с 2,75 до 1,19 происходит периодически в поздней пролиферативной фазе. Также на показатели кровотока может повлиять ранее проводимое малоинвазивное лечение внутриматочных патологий [21]. После диодного лазера ИР и ПИ в маточных артериях возрастали ввиду улучшения кровоснабжения ранее пораженной области. Напротив, применение биполярной электроэнергии приводило к ослаблению артериальной перфузии.

Повышение ПИ маточных артерий само по себе наблюдаться при различных состояниях за исключением злокачественных новообразований эндометрия [22]. В подростковом возрасте значение ПИ может быть особенно высоким и колебаться от 2,5 до 4,6, в зависимости от гормональной активности [23]. По окончании полового созревания показатели кровотока варьируют, достигая пиковых значений во второй фазе цикла [20]. ПИ в шейчных артериях при отсутствии патологических изменений в шейке матки в норме составляет $1,19 \pm 0,12$ ($p = 0,0000$) и может значительно снижаться до $0,96 \pm 0,08$ при ВПЧ-ассоциированных кондиломах и CIN I [17].

Независимо от степени поражения эпителия ШМ прослеживается отрицательная корреляционная связь ($p < 0,01$, $r = -0,34$), характеризующаяся возрастающим ПИ при снижающемся ИР в сосудах ШМ. Как было сказано ранее, ИР начинает достоверно снижаться у ВПЧ-положительных пациенток с CIN II–III в сравнении с контролем ($p = 0,01$) [12].

В обзоре J. L. Alcázar представлены данные, что при РШМ ИР может быть как относительно высоки-

ми (ИР = 0,57), так и низким (ИР = 0,30) [24]. Кровоток в области опухолевого очага при снижении индексов характеризовался как низко резистентный и высокоскоростной. После успешно проведенного противоопухолевого лечения индексы повышались, в то время как при отсутствии ответа на терапию их значения оставались прежними [25]. Также обнаружено, что уровень васкуляризации во многом предопределяет ответ на лечение. По полученным результатам, злокачественные новообразования с обедненным кровотоком оказались более чувствительными к противоопухолевой терапии.

Результаты рутинного цитологического исследования и ВПЧ-теста с факторами ангиогенеза в крови и доплерографических индексов кровотока могут также быть использованы для более детальной оценки изменяющегося кровотока в области патологического очага.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение трансвагинального УЗИ с доплерографией в комплексе с другими методами скрининга имеет большие перспективы в улучшении результатов ранней диагностики и лечения предраковых заболеваний шейки матки. Для корректной интерпретации установленных корреляционных связей между измеряемыми доплерографическими индексами в зависимости от тяжести дисплазии требуются дальнейшие исследования. При комплексном подходе и с учетом дополнительных факторов доплерометрия может значительно усилить диагностическую значимость уже используемых методов и минимизировать вероятность поздней диагностики дисплазии шейки матки.

Список источников

1. Кулешова О. Б., Домонова Э. А., Акимкин В. Г. Эпидемиологическая характеристика рака шейки матки в Российской Федерации. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024;9(5):22–33. <https://doi.org/10.29413/abs.2024-9.5.3>
2. Каприн А. Д., Старинский В. В., Шахзадова А. О. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2024, 262 с. Доступно по: <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2024/06/sop-2023-elektronnaya-versiya.pdf>
3. Мерабишвили В. М., Бахидзе Е. В., Урманчеева А. Ф., Берлев И. В. Рак шейки матки: сравнительное исследование заболеваемости, смертности и выживаемости в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации и в странах Северной Европы. *Вопросы онкологии*. 2024;70(3):470–480. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2024-70-3-470-480>
4. Comprehensive Cervical Cancer Control: A Guide to Essential Practice. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2014. PMID: 25642554.
5. Фириченко С. В., Манухин И. Б., Роговская С. И., Манухина Е. И. «Подводные камни» цервикального скрининга. *Доктор Ру*. 2018;2(146):26–34.
6. Agorastos T, Dinas K, Lloveras B, de Sanjose S, Kornegay JR, Bonti H, Bosch FX, Constantinidis T, Bontis J. Human papillomavirus testing for primary screening in women at low risk of developing cervical cancer. The Greek experience. *Gynecol Oncol*. 2005 Mar;96(3):714–720. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2004.11.042>
7. Zhao FH, Hu SY, Wang SM, Chen F, Zhang X, Zhang WH, et al. [Association between high-risk human papillomavirus DNA load and different histological grades of cervical neoplasia]. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi*. 2009 Jul;43(7):565–570
8. Conner SN, Frey HA, Cahill AG, Macones GA, Colditz GA, Tuuli MG. Loop electrosurgical excision procedure and risk of preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Obstet Gynecol*. 2014 Apr;123(4):752–761. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000000174>
9. Ригер А. Н., Антонова И. Б., Харченко Н. В., Каприн А. Д. Содержание цитокинов различных групп в цервикальной слизи при интраэпителиальной неоплазии шейки матки. *Женское здоровье и репродукция*. 2024;1(62). <https://doi.org/10.31550/2712-8598-2024-1-5-zhzhir>
10. Курмангалеева А. Ю., Сибирская Е. В., Короткова С. А., Караченцова И. В. Диагностическая роль доплерографии маточных артерий в оценке аномальных маточных кровотечений. *Эффективная фармакотерапия*. 2024;20(45):56–61.
11. Massad LS, Einstein MH, Huh WK, Katki HA, Kinney WK, Schiffman M, Solomon D, Wentzensen N, Lawson HW; 2012 ASCCP Consensus Guidelines Conference. 2012 updated consensus guidelines for the management of abnormal cervical cancer screening tests and cancer precursors. *J Low Genit Tract Dis*. 2013 Apr;17(5 Suppl 1):S1–S27. <https://doi.org/10.1097/Igt.0b013e318287d329> Erratum in: *J Low Genit Tract Dis*. 2013 Jul;17(3):367.
12. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Female Genital Tumours: WHO Classification of Tumours, 5th ed.; IACR: Lyon, France, 2020; Volume 4. ISBN-13 978-92-832-4504-9
13. Умаров Т. М., Хамидова Л. Т. Атлас по ультразвуковой диагностике в гинекологии. М.: МЕДпресс-информ; 2020, 320 с.
14. Tian Y, Luo H. Diagnostic accuracy of transvaginal ultrasound examination for local staging of cervical cancer: a systematic review and meta-analysis. *Med Ultrason*. 2022 Aug 31;24(3):348–355. <https://doi.org/10.11152/mu-3246>
15. Belitsos P, Papoutsis D, Rodolakis A, Mesogitis S, Antsaklis A. Three-dimensional power Doppler ultrasound for the study of cervical cancer and precancerous lesions. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012 Nov;40(5):576–581. <https://doi.org/10.1002/uog.11134>

16. Kartikasari AER, Huertas CS, Mitchell A, Plebanski M. Tumor-Induced Inflammatory Cytokines and the Emerging Diagnostic Devices for Cancer Detection and Prognosis. *Front Oncol*. 2021 Jul 7;11:692142. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.692142>
17. Wu YC, Chen CH, Ko YL, Yuan CC, Wang PH, Chu WC. Classification of Vascular Hotspots and Micro-Vessel Flow Velocity Waveforms in Low-Grade Squamous Intraepithelial Lesions and HPV Condyloma of the Cervix. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Oct 1;12(10):2390. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102390>
18. Doğan O, Pulatoğlu Ç, Başbuğ A, Ellibeş Kaya A, Yassa M. Discriminating Performance of Early Uterine and Cervical Artery Pulsatility and Resistivity In Pre-Invasive Cervical Lesions. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul*. 2018 Sep 4;52(3):206–211. <https://doi.org/10.14744/semb.2018.07769>
19. Liang H, Fu M, Zhou J, Song L. Evaluation of 3D-CPA, HR-HPV, and TCT joint detection on cervical disease screening. *Oncol Lett*. 2016 Aug;12(2):887–892. <https://doi.org/10.3892/ol.2016.4677>
20. Озерская И. А., Щеглова Е. А., Сиротинкина Е. В. Физиологические изменения гемодинамики матки у женщин репродуктивного, пери- и постменопаузального периодов. *SonoAce Ultrasound*. 2010;21:40–56.
21. Сафронов О. В., Казачкова Э. А., Казачков Е. Л., Сафронова И. В., Мшак-Манукян Г. Н. Динамика показателей маточного кровотока при малоинвазивном хирургическом лечении внутриматочной патологии с использованием различных видов энергии. *Доктор.Ру*. 2022;21(5):75–80. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-5-75-80>
22. Kucur SK, Aydın AA, Temizkan O, et al. Contribution of spiral artery blood flow changes assessed by transvaginal color Doppler sonography for predicting endometrial pathologies. *Dicle Med J*. 2013;40(3):345–349.
23. Cheuiche AV, Moro C, Lucena IRS, de Paula LCP, Silveiro SP. Accuracy of doppler assessment of the uterine arteries for the diagnosis of pubertal onset in girls: a scoping review. *Sci Rep*. 2023 Apr 8;13(1):5791. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32880-2>
24. Alcázar JL. Transvaginal Color Doppler in the Assessment of Cervical Carcinoma. *Cancer Therapy*. 2005;3:139–146.
25. Greco P, Cormio G, Vimercati A, Nacci G, di Vagno G, Loverro G, Selvaggi L. Transvaginal color Doppler ultrasound for monitoring the response to neoadjuvant chemotherapy in advanced cervical cancer. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 1997 Feb;76(2):169–172. <https://doi.org/10.3109/00016349709050075>

References

1. Kuleshova O.B., Domonova E.A., Akimkin V.G. Current epidemiological characteristics of cervical cancer in the Russian Federation. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024;9(5):22–33. (In Russ.). <https://doi.org/10.29413/abs.2024-9-5.3>
2. Kaprin A.D., Starinsky V. V., Shakhzadova A. O. The state of oncological care for the Russian population in 2023. Moscow: P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre; 2024, 262 p. (In Russ.). Available at: <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2024/06/sop-2023-elektronnaya-versiya.pdf>
3. Merabishvili VM, Bakhidze EV, Urmancheeva AF, Berlev IV. Cervical Cancer: A Comparative Study of Incidence, Mortality and Survival in the Northwestern Federal District of the Russian Federation and the Countries of Northern Europe. *Voprosy Onkologii*. 2024;70(3):470–480. (In Russ.). <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2024-70-3-470-480>
4. Comprehensive Cervical Cancer Control: A Guide to Essential Practice. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2014. PMID: 25642554.
5. Firichenko SV, Manukhin IB, Rogovskaya SI, Manukhina EI. Pitfalls in cervical screening. *Doctor.Ru*. 2018;2(146):26–34. (In Russ.).
6. Agorastos T, Dinas K, Lloveras B, de Sanjose S, Kornegay JR, Bonti H, Bosch FX, Constantinidis T, Bontis J. Human papillomavirus testing for primary screening in women at low risk of developing cervical cancer. The Greek experience. *Gynecol Oncol*. 2005 Mar;96(3):714–720. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2004.11.042>
7. Zhao FH, Hu SY, Wang SM, Chen F, Zhang X, Zhang WH, et al. [Association between high-risk human papillomavirus DNA load and different histological grades of cervical neoplasia]. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi*. 2009 Jul;43(7):565–570
8. Conner SN, Frey HA, Cahill AG, Macones GA, Colditz GA, Tuuli MG. Loop electrosurgical excision procedure and risk of preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Obstet Gynecol*. 2014 Apr;123(4):752–761. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000000174>
9. Rieger AN, Antonova IB, Kharchenko NV, Kaprin AD. The content of cytokines of various groups in cervical mucus in intraepithelial neoplasia of the cervix. *Women's Health and Reproduction*. 2024;1(62). (In Russ.). <https://doi.org/10.31550/2712-8598-2024-1-5-zhzhir>
10. Kurmangaleeva AY, Sibirskaya YeV, Korotkova SA, Karachentsova IV. Diagnostic role of doppler ultrasonography of uterine arteries in the evaluation of abnormal uterine bleeding. *Effective Pharmacotherapy*. 2024;20(45):56–61. (In Russ.).
11. Massad LS, Einstein MH, Huh WK, Katki HA, Kinney WK, Schiffman M, Solomon D, Wentzensen N, Lawson HW; 2012 ASCCP Consensus Guidelines Conference. 2012 updated consensus guidelines for the management of abnormal cervical cancer screening tests and cancer precursors. *J Low Genit Tract Dis*. 2013 Apr;17(5 Suppl 1):S1-S27. <https://doi.org/10.1097/lgt.0b013e318287d329> Erratum in: *J Low Genit Tract Dis*. 2013 Jul;17(3):367.
12. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Female Genital Tumours: WHO Classification of Tumours, 5th ed.; IACR: Lyon, France, 2020; Volume 4. ISBN-13 978-92-832-4504-9

13. Umarov TM, Khamidova LT. Atlas of ultrasound diagnostics in gynecology. Moscow: MEDpress-inform; 2020, 320 с. (In Russ.).
14. Tian Y, Luo H. Diagnostic accuracy of transvaginal ultrasound examination for local staging of cervical cancer: a systematic review and meta-analysis. *Med Ultrason*. 2022 Aug 31;24(3):348–355. <https://doi.org/10.11152/mu-3246>
15. Belitsos P, Papoutsis D, Rodolakis A, Mesogitis S, Antsaklis A. Three-dimensional power Doppler ultrasound for the study of cervical cancer and precancerous lesions. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012 Nov;40(5):576–581. <https://doi.org/10.1002/uog.11134>
16. Kartikasari AER, Huertas CS, Mitchell A, Plebanski M. Tumor-Induced Inflammatory Cytokines and the Emerging Diagnostic Devices for Cancer Detection and Prognosis. *Front Oncol*. 2021 Jul 7;11:692142. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.692142>
17. Wu YC, Chen CH, Ko YL, Yuan CC, Wang PH, Chu WC. Classification of Vascular Hotspots and Micro-Vessel Flow Velocity Waveforms in Low-Grade Squamous Intraepithelial Lesions and HPV Condyloma of the Cervix. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Oct 1;12(10):2390. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102390>
18. Doğan O, Pulatoğlu Ç, Başbuğ A, Ellibeş Kaya A, Yassa M. Discriminating Performance of Early Uterine and Cervical Artery Pulsatility and Resistivity In Pre-Invasive Cervical Lesions. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul*. 2018 Sep 4;52(3):206–211. <https://doi.org/10.14744/semb.2018.07769>
19. Liang H, Fu M, Zhou J, Song L. Evaluation of 3D-CPA, HR-HPV, and TCT joint detection on cervical disease screening. *Oncol Lett*. 2016 Aug;12(2):887–892. <https://doi.org/10.3892/ol.2016.4677>
20. Ozerskaya IA, Shcheglova EA, Sirotinkina EV. Physiological changes in uterine hemodynamics in women of reproductive, peri- and postmenopausal periods. *SonoAce Ultrasound*. 2010;21:40–56. (In Russ.).
21. Safronov OV, Kazachkova EA, Kazachkov EL, Safronova IV, Mshak-Manukyan GN. Dynamics of uterine blood flow parameters in minimally invasive surgeries of the intrauterine pathology with the use of various energy types. *Doctor.Ru*. 2022;21(5):75–80. (In Russ.). <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-5-75-80>
22. Kucur SK, Aydın AA, Temizkan O, et al. Contribution of spiral artery blood flow changes assessed by transvaginal color Doppler sonography for predicting endometrial pathologies. *Dicle Med J*. 2013;40(3):345–349.
23. Cheuiche AV, Moro C, Lucena IRS, de Paula LCP, Silveiro SP. Accuracy of doppler assessment of the uterine arteries for the diagnosis of pubertal onset in girls: a scoping review. *Sci Rep*. 2023 Apr 8;13(1):5791. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32880-2>
24. Alcázar JL. Transvaginal Color Doppler in the Assessment of Cervical Carcinoma. *Cancer Therapy*. 2005;3:139–146.
25. Greco P, Cormio G, Vimercati A, Nacci G, di Vagno G, Loverro G, Selvaggi L. Transvaginal color Doppler ultrasound for monitoring the response to neoadjuvant chemotherapy in advanced cervical cancer. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 1997 Feb;76(2):169–172. <https://doi.org/10.3109/00016349709050075>

Информация об авторах:

Ригер Александра Николаевна ✉ – аспирант кафедры онкологии и рентгенодиагностики медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация; врач-онколог Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2076-2016>, eLibrary SPIN: 9911-4327, AuthorID: 1269280, Scopus Author ID: 58411927900

Керимова Бахара Ильхамовна – врач акушер-гинеколог ГБУЗ МО «Красногорская больница», г. Красногорск, Московская область, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2433-6637>

Марьянова Татьяна Андреевна – к.м.н., врач ультразвуковой диагностики ГБУЗ МО «Московский областной НИИ акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского», г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2440-0178>, eLibrary SPIN: 7287-4083, AuthorID: 1196116, Scopus Author ID: 57219993340

Герфанова Евгения Викторовна – к.м.н., врач ультразвуковой диагностики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В. И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9092-7149>, eLibrary SPIN: 2029-3321, AuthorID: 859718, Scopus Author ID: 57204286834

Антонова Ирина Борисовна – д.м.н., заведующая лабораторией профилактики, ранней диагностики и комбинированного лечения гинекологических заболеваний ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2668-2110>, eLibrary SPIN: 6247-3917, AuthorID: 698034, Scopus Author ID: 8571068000

Мельникова Надежда Васильевна – к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории иммунологии, онкоцитологии и клеточных технологий в онкологии НИО молекулярной биологии и экспериментальной терапии опухолей ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1193-352X>, eLibrary SPIN: 5050-8605, AuthorID: 208891, Scopus Author ID: 7006047143

Харченко Наталья Владимировна – д.м.н., профессор кафедры онкологии и рентгенодиагностики Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5352-492X>, eLibrary SPIN: 1647-8322, AuthorID: 465430, Scopus Author ID: 7006533593

Каприн Андрей Дмитриевич – д.м.н., профессор, академик РАН, академик РАО, директор Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации,

г. Москва, Российская Федерация; генеральный директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Обнинск, Российская Федерация; заведующий кафедрой онкологии и рентгенодиагностики им. В. П. Харченко Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>, eLibrary SPIN: 1759-8101, AuthorID: 96775, Scopus Author ID: 6602709853, ResearcherID: K-1445-2014

Information about authors:

Alexandra N. Riger ✉ – MD, PhD student of the Department of Oncology and Radiology of the Medical Institute, Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation; Oncologist, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2076-2016>, eLibrary SPIN: 9911-4327, AuthorID: 1269280, Scopus Author ID: 58411927900

Bakhara I. Kerimova – MD, obstetrician-gynecologist, Krasnogorsk Hospital, Krasnogorsk, Moscow region, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2433-6637>

Tatyana A. Maryanova – Cand. Sci. (Medicine), MD, ultrasound diagnostics, Academician V. I. Krasnopol'sky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2440-0178>, eLibrary SPIN: 7287-4083, AuthorID: 1196116, Scopus Author ID: 57219993340

Evgeniya V. Gerfanova – Cand. Sci. (Medicine), MD, ultrasound diagnostics, National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology And Perinatology named after Academician V.I. Kulakov, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9092-7149>, eLibrary SPIN: 2029-3321, AuthorID: 859718, Scopus Author ID: 57204286834

Irina B. Antonova – Dr. Sci. (Medicine), Head of the Laboratory of Prevention, Early Diagnosis and Combined Treatment of Gynecological Diseases, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2668-2110>, eLibrary SPIN: 6247-3917, AuthorID: 698034, Scopus Author ID: 8571068000

Nadezhda V. Melnikova – Cand. Sci. (Medicine), Leading Researcher at the Laboratory of Immunology, Oncocytology and Cell Technologies in Oncology, Research Institute of Molecular Biology and Experimental Tumor Therapy, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1193-352X>, eLibrary SPIN: 5050-8605, AuthorID: 208891, Scopus Author ID: 7006047143

Natalia V. Kharchenko – Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Oncology and Radiology at the Medical Institute, Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5352-492X>, eLibrary SPIN: 1647-8322, AuthorID: 465430, Scopus Author ID: 7006533593

Andrey D. Kaprin – Dr. Sci. (Medicine), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Academician of the Russian Academy of Education, Director of P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation, General Director of National Medical Research Radiological Centre, Obninsk, Russian Federation, Head of the Department of Oncology and Radiology named after V.P. Kharchenko at the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>, eLibrary SPIN: 1759-8101, AuthorID: 96775, Scopus Author ID: 6602709853, ResearcherID: K-1445-2014

Участие авторов:

Ригер А. Н. – сбор материала, лабораторная работа, статистическая обработка данных, написание текста рукописи;
Керимова Б. И. – сбор материала;
Марьянова Т. А. – проверка критически важного содержания, помощь в написании рукописи;
Герфанова Е. В. – сбор материала;
Антонова И. Б. – проверка критически важного содержания, помощь в написании рукописи;
Мельникова Н. В. – проверка критически важного содержания, помощь в написании рукописи;
Харченко Н. В. – проверка критически важного содержания, помощь в написании рукописи;
Каприн А. Д. – проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации;
Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи и утвердили окончательный вариант, одобренный к публикации.

Contribution of the authors:

Riger A. N. – collection of material, laboratory work, statistical data processing, writing the text of the manuscript;
Kerimova B. I. – data collection;
Maryanova T. A. – review of critical content, help in writing a manuscript;
Gerfanova E. V. – data collection;
Antonova I. B. – review of critical content, help in writing a manuscript;
Melnikova N. V. – review of critical content, help in writing a manuscript;
Kharchenko N. V. – review of critical content, help in writing a manuscript;
Kaprin A. D. – review of critical content, approval of the manuscript for publication;
All authors made equivalent contributions to the preparation of the article and approved the final version for publication.