

DOI: <https://doi.org/10.17650/2949-5857-2025-15-3-36-45>

Многоцентровое исследование по определению значимости ультразвуковых критериев для стандартизации оценки риска злокачественности поверхностных лимфатических узлов

О.В. Возгомент^{1,2}, А.Г. Надточий², Е.П. Фисенко³, В.М. Чигвинцев⁴, Е.В. Костромина⁵⁻⁷, А.Н. Катрич^{8,9}, Ф.Т. Хамзина^{10,11}, В.Е. Гажонова^{12,13}, Т.Ю. Данзанова^{14,15}, П.И. Лепэдату¹⁴, А.Н. Сенча^{14,16}, Е.А. Панкова¹⁷, Е.А. Бусько^{5,18}, Г.Ф. Аллахвердиева¹⁹

¹ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; Россия, 125993 Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1;

²ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России; Россия, 119021 Москва, ул. Тимура Фрунзе, 16;

³ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»; Россия, 119435 Москва, Абрикосовский пер., 2;

⁴ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; Россия, 614045 Пермь, ул. Монастырская, 82;

⁵ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; Россия, 197758 Санкт-Петербург, п. Песочный, ул. Ленинградская, 68;

⁶ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; Россия, 197022 Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2Е;

⁷ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М. Гранова» Минздрава России; Россия, 197758 Санкт-Петербург, п. Песочный, ул. Ленинградская, 70;

⁸ФБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского»; Россия, 350086 Краснодар, ул. 1-го Мая, 167;

⁹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия, 350063 Краснодар, ул. Митрофана Седина, 4;

¹⁰Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; Россия, 420012 Казань, ул. Бутлерова, 36;

¹¹Медико-санитарная часть Казанского федерального университета; Россия, 420008 Казань, ул. Кремлевская, 18, корп. 1;

¹²ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами президента РФ; Россия, 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, 19, стр. 1А;

¹³ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации; Россия, 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, 15;

¹⁴ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 115522 Москва, Каширское шоссе, 24;

¹⁵ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117513 Москва, ул. Островитянова, 1;

¹⁶ДПО ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. акад. В.И. Кулакова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Академика Опарина, 4;

¹⁷БУЗ Воронежской области «Воронежский областной научно-клинический онкологический центр»; Россия, 394036 Воронеж, ул. Вайцеховского, 4;

¹⁸ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; Россия, 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9;

¹⁹Клинический онкологический госпиталь «Лапино-2» группы компаний «Мать и дитя»; Россия, 143081 Московская область, Одинцовский район, д. Лапино, 1-е Успенское шоссе, 111

Контакты: Татьяна Юрьевна Данзанова danzanova@yandex.ru

Введение. Изучение состояния лимфатических коллекторов в онкологической практике важно в первую очередь для выявления распространенности патологического процесса. Разнообразные изменения структуры лимфатических узлов (ЛУ) как при доброкачественных состояниях, так и в случаях злокачественного поражения могут иметь схожие ультразвуковые (УЗ) характеристики. Сложность интерпретации УЗ-картины ЛУ заключается в том, что нет

четких критериев дифференцировки этих состояний. В предложенном российском проекте классификации Lymph-NodeRADS.RU представлена ступенчатая оценка УЗ-характеристик ЛУ по категориям с обязательным учетом клинической картины и онкологического анамнеза пациента.

Цель исследования – определить наиболее значимые УЗ-критерии для стандартизированного анализа рисков злокачественной патологии поверхностно расположенных ЛУ с последующим распределением на категории по классификации Lymph-NodeRADS.RU

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ эхограмм 246 поверхностных ЛУ 3 анатомических зон: 155 головных/шейных, 56 подмышечных, 35 паховых. Из них 175 со злокачественным поражением и 71 – без такового. Наличие и характер поражения 209 ЛУ подтверждены морфологическими исследованиями (cito- или гистологическая, в том числе иммуногистохимическая, оценка), 37 – по клинико-лабораторным показателям. Для определения значимости УЗ-параметров ЛУ применен метод машинного обучения Random Forest. Для количественной оценки влияния признаков использовали критерий Mean Decrease Accuracy.

Результаты. Нет УЗ-признака, указывающего на злокачественный процесс в ЛУ с вероятностью 100 %. Наибольшей значимостью для диагностики злокачественного поражения ЛУ обладает совокупность критериев: неправильная или округлая форма, индекс округлости, толщина коры, нечеткость и прерывистость границы, угловатые контуры, нарушение дифференцировки экоструктуры и наличие патологических включений, периферический или смешанный тип кровотока. Стратификация УЗ-критериев ЛУ по категориям классификации Lymph-NodeRADS.RU показала риск злокачественности 1-й и 2-й категории 0 %, 3-й – 45,1 %, 4-й – 85,3 %, 5-й – 96,6 %.

Выводы. Для объективной УЗ-оценки поверхностных ЛУ необходимо использовать совокупность как качественных, так и количественных УЗ-характеристик. При работе с классификацией Lymph-NodeRADS.RU необходимо учитывать анамнестические и клинические данные, особенно в случае сомнительной УЗ-картины ЛУ.

Ключевые слова: лимфатический узел, ультразвуковое исследование, классификация Lymph-NodeRADS.RU

Для цитирования: Возгомент О.В., Надточий А.Г., Фисенко Е.П. и др. Многоцентровое исследование по определению значимости ультразвуковых критериев для стандартизации оценки риска злокачественности поверхностных лимфатических узлов. Хирургия и онкология 2025;15(3):36–45.
DOI: <https://doi.org/10.17650/2949-5857-2025-15-3-36-45>

Multicentral study for determining the significance of ultrasonic criteria for standardizing the risk of malignancy in superficial lymph nodes

O. V. Vozgoment^{1,2}, A. G. Nadtochiy², E. P. Fisenko³, V. M. Chigvintsev⁴, E. V. Kostromina⁵⁻⁷, A. N. Katrich^{8,9}, F. T. Khamzina^{10,11}, V. E. Gagonova^{12,13}, T. Yu. Danzanova^{14,15}, P. I. Lepedatu¹⁴, A. N. Sencha^{14,16}, E. A. Pankova¹⁷, E. A. Busko^{5,18}, G. F. Allahverdieva¹⁹

¹Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia; Build. 1, 2/1 Barrikadnaya St., Moscow 125993, Russia;

²Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Ministry of Health of Russia; 16 Timur Frunze St., Moscow 119021, Russia;

³Petrovskiy National Research Center of Surgery; 2 Abrikosovskiy Ln., Moscow 119435, Russia;

⁴Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies for Population Health Risk Management; 82 Monastyrskaya St., Perm 614045, Russia;

⁵N. N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 68 Leningradskaya St., Pesochnyy, Saint Petersburg 197758, Russia;

⁶Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of Russia; 2E Litovskaya St., Saint Petersburg 197022, Russia;

⁷A. M. Granov Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies; 70 Leningradskaya St., Pesochnyy, Saint Petersburg 197758, Russia;

⁸Scientific Research Institute – S. V. Ochapovskiy Regional Clinical Hospital No. 1; 167 May 1st St., Krasnodar 350086, Russia;

⁹Kuban State Medical University; 4 Mitrofana Sedina St., Krasnodar 350063, Russia;

¹⁰Kazan State Medical Academy – branch of Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; 36 Butlerova St., Kazan 420012, Russia;

¹¹Medical and Sanitary Unit of Kazan Federal University; 18 Kremlyovskaya St., Kazan 420008, Russia;

¹²Central State Medical Academy of the Office of the President of the Russian Federation; Build. 1A, 19 Marshala Timoshenko St., Moscow 121359, Russia;

¹³Central Clinical Hospital with a Polyclinic, Administration of the President of the Russian Federation; 15 Marshala Timoshenko St., Moscow 121359, Russia;

¹⁴N. N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 24 Kashirskoe Shosse, Moscow 115522, Russia;

¹⁵N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117513, Russia;

¹⁶V. I. Kulakov National Medical Scientific Centre of Obstetrics, Gynecology and Perinatal Medicine, Ministry of Health of Russia; 4 Academician Oparin St., Moscow 117997, Russia;

¹⁷Voronezh Regional Scientific and Clinical Oncology Center; 4 Vaitsekhovskiy St., Voronezh 394036, Russia;

¹⁸Saint Petersburg State University; 7–9 Universitetskaya Naberezhnaya, Saint Petersburg 199034, Russia;

¹⁹Clinical Oncology Hospital “Lapino-2” of the Mother and Child Group of Companies; 111 1st Uspenskoe Shosse, Lapino Village, Odintsovo Dst., Moscow Region 143081, Russia

Contacts: Tatiana Yurievna Danzanova danzanova@yandex.ru

Introduction. The study of lymphatic collectors state in oncological practice is important primarily for identification of prevalence of the pathological process. Various changes in the structure of the lymph nodes (LN) both in benign conditions and in cases of malignant lesions can have similar ultrasound (US) characteristics. The difficulty in interpreting US picture of LN is that there are no clear criteria for differentiation of these conditions. The proposed Russian project of Lymph-NodeRADS.RU classification presents a step-by-step assessment of US characteristics of the LN by categories with mandatory consideration of the clinical history and the patient's oncological history.

Aim. To determine the most significant US criteria for a standardized analysis of risks for malignant pathology of the superficial LNs with subsequent distribution into types according to the Lymph-NodeRADS.RU.

Materials and methods. A retrospective analysis of echograms of 246 surface LNs from 3 anatomical zones was performed: 155 head/neck, 56 axillary, 35 inguinal. Of these samples 71 were without and 175 were with malignant lesions. The presence and nature of 209 LN lesions were confirmed by morphological studies (cyto- or histological, including immunohistochemical assessments), of 37 – by clinical and laboratory parameters. The Random Forest machine learning method was used to determine significance of LN US parameters. The Mean Decline Accuracy criterion was used to quantify the effect of the traits.

Results. There is no US sign indicating a malignant process in the LN with a probability of 100 %. The greatest significance for the diagnosis of LN malignant lesions is a set of criteria: irregular or rounded shape, roundness index, fuzziness and discontinuity of the border, angular contours, impaired differentiation of echostructure and the presence of pathological inclusions, peripheral or mixed types of blood flow. Stratification of the LN US criteria by Lymph-NodeRADS.RU classification types revealed risk of malignancy of categories 1 and 2 in 0 % of cases, category 3–45.1 %, category 4–85.3 %, category 5–96.6 %.

Conclusions. For objective US assessment of surface LN, it is necessary to use a set of both qualitative and quantitative US characteristics. When employing the classification of Lymph-NodeRADS.RU it is necessary to take into account anamnestic and clinical data, especially in the case of a dubious US pattern of LN.

Keywords: lymph node, ultrasound examination, Lymph-NodeRADS.RU classification

For citation: Vozgoment O.V., Nadtochiy A.G., Fisenko E.P. et al. Multicentral study for determining the significance of ultrasonic criteria for standardizing the risk of malignancy in superficial lymph nodes. *Khirurgiya i onkologiya = Surgery and Oncology* 2025;15(3):36–45. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/2949-5857-2025-15-3-36-45>

Введение

Изучение состояния лимфатических коллекторов прежде всего важно для понимания распространенности патологического процесса в онкологии. Для оценки состояния поверхностных лимфатических узлов (ЛУ) активно применяют ультразвуковое исследование (УЗИ) как наиболее доступный, безопасный и информативный метод инструментальной диагностики.

В опубликованном Консенсусе экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой (УЗ) диагностики в медицине по стандартизации протокола УЗИ поверхностных ЛУ выделены необходимые характеристики для их оценки, такие как размеры (по длинной (L) и короткой (S) осям), индекс округлости (отношение L к S), оценка формы, контуров, границ, структуры, дифференцировки составляющих частей, васкуляризация и тип кровотока [1]. Хорошо известно, что на состояние ЛУ влияет множество факторов (инфекционные, иммунные, наличие субстрата опухоли и др.) [2]. Все они вызывают физиологическую или патологическую реакцию ЛУ, что изменяет

его морфологию и, в свою очередь, приводит к перестройке УЗ-картины. Множество этих изменений могут иметь схожие УЗ-характеристики при доброкачественных и злокачественных состояниях. Сложность интерпретации УЗ-картины ЛУ заключается в том, что нет четких критериев дифференцировки этих состояний. Как отмечено специалистами Международной группы по анализу опухолей вульвы, «отсутствие стандартизированной номенклатуры для описания ЛУ затрудняет сравнение результатов различных УЗ-исследований и поиск надежных признаков для отличия непораженных ЛУ от пораженных клетками рака или лимфомы» [3]. Для ступенчатой оценки УЗ-картины ЛУ F.H.J. Elsholtz и соавт. предложили свой взгляд на возможность создания стратификационной системы (Reporting and Data System, RADS). Но разработанная радиологическая классификация NodeRADS не применима к УЗИ, как отметили сами ее авторы [4]. При УЗИ по-другому формируется изображение, измеряются и оцениваются полученные сканы ЛУ и др. В предложенном российском проекте классификации Lymph-NodeRADS.RU оцениваются только

УЗ-характеристики ЛУ с обязательным учетом клинической картины и онкологического анамнеза пациента [5].

Цель работы — определение наиболее значимых УЗ-критериев для стандартизированного анализа рисков злокачественной патологии поверхностно расположенных ЛУ с последующим распределением на категории по классификации Lymph-NodeRADS.RU.

Материалы и методы

Все критерии УЗ-оценки поверхностных ЛУ разделены на 2 категории: качественные и количественные.

Качественные характеристики

Для описания формы ЛУ использовали термины: овальная, овоидная, плоская, правильная округлая/круглая и неправильная. Для описания границ — четкая, нечеткая и прерывистая. Характеристики контура ЛУ включали: ровный, неровный волнистый, неровный дольчатый, неровный угловатый. Возникновение такого эхоэмиотического феномена, как «угловатый контур», который часто применяется при описании ЛУ, связано с возможностью визуализации пренодального сегмента афферентных лимфатических сосудов, расширенных из-за снижения фильтрационной способности ЛУ [2]. Такой контур можно также охарактеризовать, как «зазубренный», «тяжистый», «лучистый».

Дифференцировку структур ЛУ оценивали как сохранную, нарушенную или определяли ее полное отсутствие. В последнем случае оценивали экзогенность ЛУ: гипо-, изо- и гиперэхогенный. Структуру ЛУ описывали как сохранную/ненарушенную и нарушенную (без очаговых включений, сетчатую, с жидкостными включениями или кальцинатами, с ограниченными гипоехогенными центральными включениями).

Количественные характеристики

Для оценки ЛУ измеряли его длину L и толщину S, рассчитывали индекс округлости и толщину коры в паховых и подмышечных ЛУ. Достоверность различий количественных УЗ-признаков между группами со злокачественными и доброкачественными изменениями ЛУ проверяли с помощью *t*-теста.

В рамках проведенного исследования для определения значимости параметров УЗ-оценки ЛУ применяли метод машинного обучения Random Forest, основанный на ансамблевом подходе с использованием деревьев решений (decision trees). Данный метод обладает высокой эффективностью в определении вклада отдельных признаков (независимых переменных) в предсказание целевого показателя, в данном случае — характера поражения ЛУ. Важными преимуществами Random Forest являются его устойчивость к переобучению и способность работать с данными различной природы, что делает его особенно ценным для медицинских исследований.

Для количественной оценки влияния признаков использовали критерий MeanDecreaseAccuracy (среднее снижение точности), который является одним из наиболее информативных показателей важности признаков в Random Forest. Принцип его расчета основан на оценке снижения точности модели при случайной перестановке значений конкретного признака. Высокие значения MeanDecreaseAccuracy указывают на существенную роль соответствующего признака в прогнозировании, так как его исключение или искажение приводит к значительному ухудшению качества модели. Напротив, признаки с низкими значениями данного показателя могут быть исключены из модели без существенной потери предсказательной способности, что ведет к упрощению модели и повышению ее интерпретируемости.

Результаты

Проведен ретроспективный анализ эхограмм 246 поверхностных ЛУ 3 анатомических зон: 155 головных/шейных, 56 подмышечных, 35 паховых. Из них 71 был без злокачественного поражения: 12 неизмененных, 4 с инволютивными, 44 с реактивными изменениями, 11 лимфаденитов (серозных — 3, гнойных и хронических — по 4). Злокачественное поражение выявлено на 175 эхограммах (153 метастаза, 22 лимфомы). Наличие и характер поражений 209 ЛУ подтверждены морфологическими исследованиями (цитологическим, в том числе иммуногистохимическим), 37 ЛУ оценены по клиничко-лабораторным показателям.

Качественные характеристики

Анализ вероятности злокачественного процесса показал достоверно ($p \leq 0,001$) высокое ее значение при округлой и неправильной форме ЛУ (рис. 1).

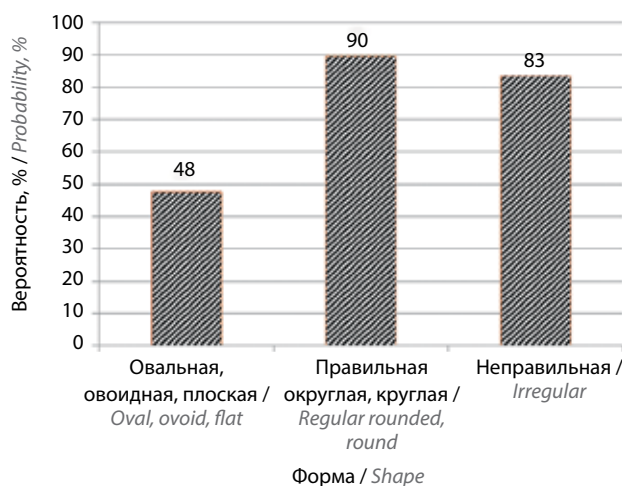


Рис. 1. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от его формы

Fig. 1. Probability of malignant lesion of lymph node depending on its shape

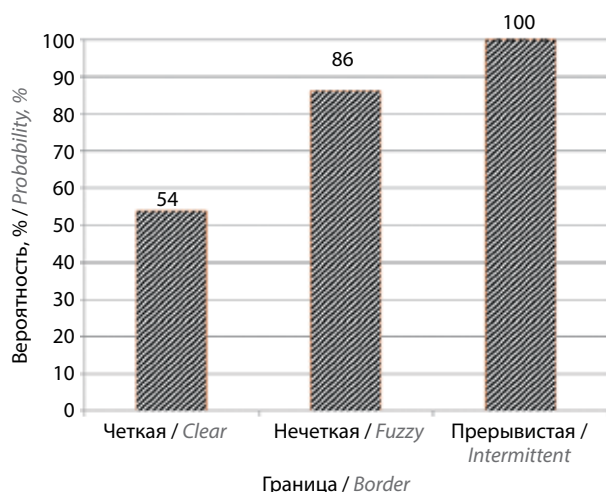


Рис. 2. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от его границы

Fig. 2. Probability of malignant lesion of lymph node, depending on its border

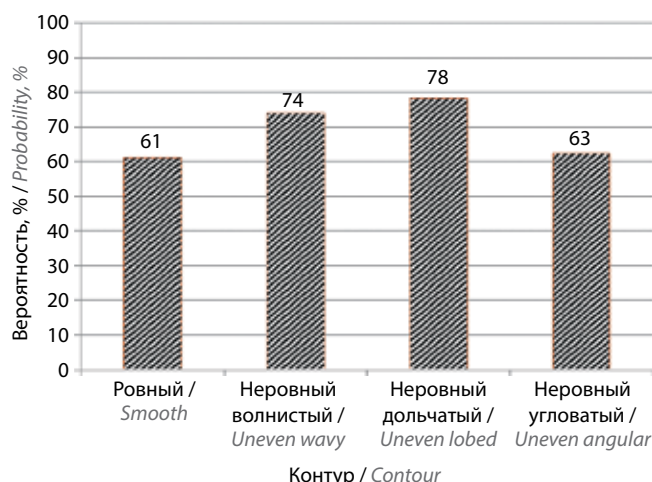


Рис. 3. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от его контура

Fig. 3. Probability of malignant lesions of lymph node depending on its contour

Выявлена достоверно высокая ($p \leq 0,001$) вероятность злокачественного процесса при прерывистой и нечеткой, в отличие от четкой границы ЛУ (рис. 2).

Анализ контура ЛУ показал, что и при злокачественном поражении, и при реактивных состояниях контур может быть как ровным, так и неровным (волнистым, дольчатым) (рис. 3). Интересно, что угловатые контуры выявлены при метастатическом поражении и остром лимфадените, что указывает на необходимость учета клиники и анамнеза пациента, в первую очередь онкологического, при оценке поверхностных ЛУ.

Из качественных критериев УЗ-оценки риска злокачественного поражения ЛУ наиболее информативным и показательным является анализ его экоструктуры (рис. 4, 5).

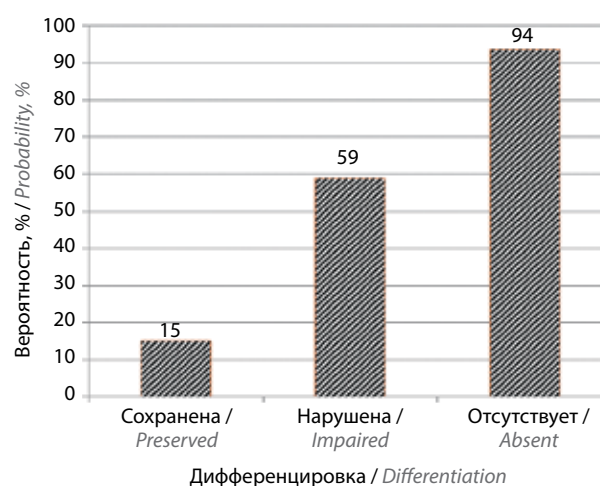


Рис. 4. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от его дифференцировки

Fig. 4. Probability of malignant lesion of lymph node depending on its differentiation

Более чем в 90 % случаев нарушение дифференцировки структуры ЛУ свидетельствовало о злокачественном поражении, что достоверно ($p \leq 0,001$) больше, чем при ее сохранении. Наличие патологических включений, таких как кальцинаты и жидкостные включения, достоверно ($p \leq 0,001$) указывало на злокачественное поражение в отличие от нормальной экоструктуры ЛУ. Сетчатая структура выявлена только в ЛУ с лимфомой (18 %). Гипоэхогенные центральные включения определены в 2 случаях инволютивных изменений подмышечных ЛУ, в 3 – при реактивных изменениях и метастатическом поражении, в 5 – при лимфоме.

Оценка эхогенности ЛУ с измененной экоструктурой показала отсутствие достоверных ($p = 0,26$) различий в зависимости от типа эхогенности: изо-, гипо- и гиперэхогенные узлы с измененной структурой в 80–100 % случаев злокачественно поражены (рис. 6). Повышенная эхогенность ЛУ встречалась в 8 наблюдениях при метастатическом поражении шейных ЛУ при раке щитовидной железы и в 1 – при раке ротоглотки.

Также высокой информативностью обладает характеристика кровотока в ЛУ (рис. 7, 8). Достоверно ($p \leq 0,001$) чаще в ЛУ со злокачественным поражением определялся гипо- или гиперваскулярный тип кровотока, однако отсутствие кровотока не исключало онкологического поражения: при злокачественном поражении сосуды в ЛУ не определялись (аваскулярный тип) более чем в 50 % случаев. При наличии патологического типа кровотока (периферический, смешанный) возможность выявления злокачественного процесса в узле достоверно ($p \leq 0,001$) выше, но определение воротного кровотока также не исключает наличия онкологического процесса: более чем в 60 % изученных ЛУ с воротным типом кровотока выявлено злокачественное поражение.

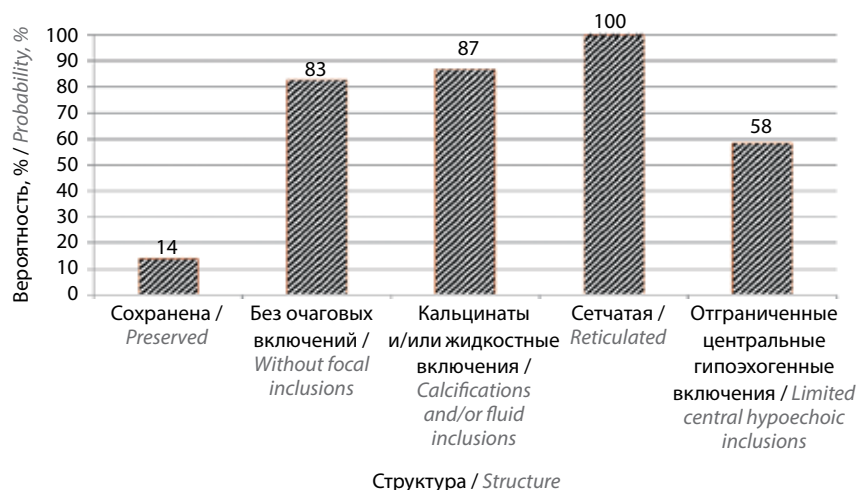


Рис. 5. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от его структуры

Fig. 5. Probability of malignant lesion of lymph node depending on its structure

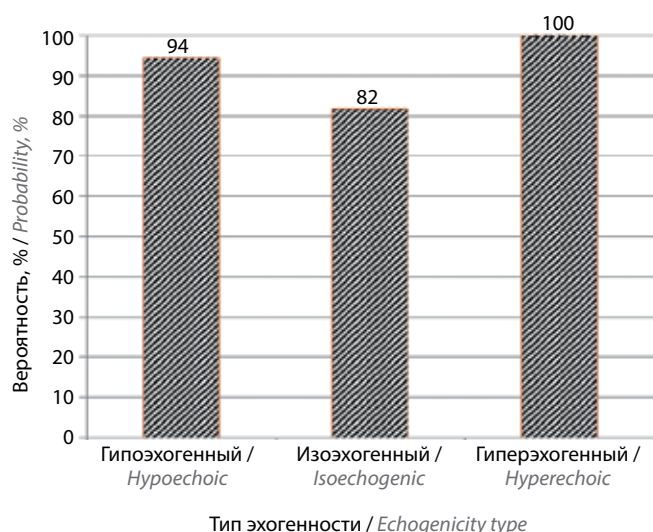


Рис. 6. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от его эхогенности

Fig. 6. Probability of malignant lesion of lymph node depending on its echogenicity

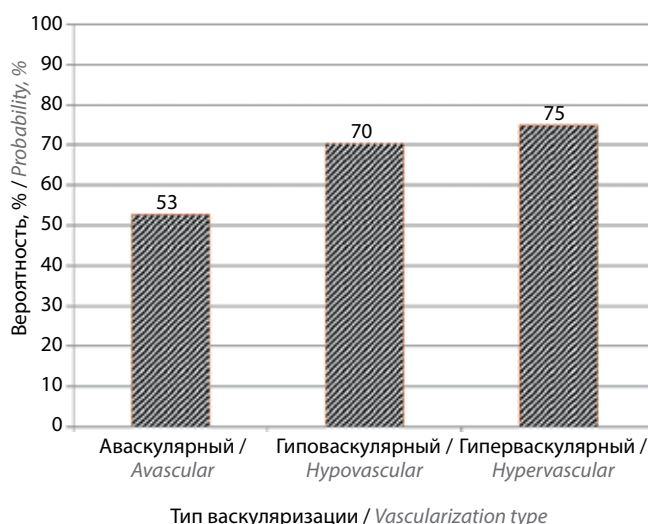


Рис. 7. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от его васкуляризации

Fig. 7. Probability of malignant lesion of lymph node depending on its vascularization

Количественные характеристики

Анализ количественных УЗ-критериев показал достоверные различия в показателе индекса округлости (табл. 1). Результат вполне закономерен, так как из многих исследований известно, что для злокачественных поражений ЛУ характерны округлая форма и уменьшение соотношения длины и толщины [1, 5].

Размер ЛУ по короткой оси более показателен при злокачественных поражениях, чем его длина. Толщина коры ЛУ при злокачественных поражениях равна $4,54 \pm 1,02$ мм, что оказалось недостоверно ($p = 0,158$) больше, чем при доброкачественных изменениях $3,64 \pm 1,02$ мм. Такой результат можно объяснить тем, что в группу с увеличенной толщиной коры попали ЛУ

с лимфаденитами и реактивными изменениями. Это еще раз указывает на необходимость учета анамнеза и клини- ки конкретного пациента при изучении его ЛУ.

Результаты применения метода машинного обучения с использованием протокола Random Forest показали вклад отдельных признаков в определение характера злокачественного поражения ЛУ (рис. 9). На оси Y перечислены анализируемые УЗ-признаки, а на оси X указано, на сколько процентов снижается точность модели, если из нее исключить указанный признак.

Обсуждение

Представленный метод Mean Decrease Accuracy на основе машинного обучения Random Forest позволяет

Таблица 1. Сравнительный анализ количественных данных ультразвукового исследования доброкачественных изменений и злокачественных поражений лимфатических узлов (ЛУ)

Table 1. Comparative analysis of quantitative data of ultrasound examination of benign changes and malignant lesions of lymph nodes (LN)

Параметр Parameter	Размер ЛУ по короткой оси, мм LN size along the short axis, mm		Размер ЛУ по длинной оси, мм LN size along the long axis, mm		Толщина коры, мм Border thickness, mm		Индекс округлости Roundness index	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Количество наблюдений Number of observations	79	165	79	165	34	18	79	165
Среднее значение Mean value	7,90	12,20	18,97	14,13	3,64	4,54	2,46	1,74
Стандартное отклонение Standard deviation of mean	3,68	8,02	7,93	8,46	2,38	2,05	0,91	0,65
Стандартная ошибка среднего Standard error of mean	0,82	1,23	1,78	1,30	0,83	1,02	0,20	0,10
<i>p</i>	0,000		0,000		0,158		0,000	

Примечание. 1 — доброкачественное изменение; 2 — злокачественное поражение.

Note. 1 — benign change; 2 — malignant lesion.

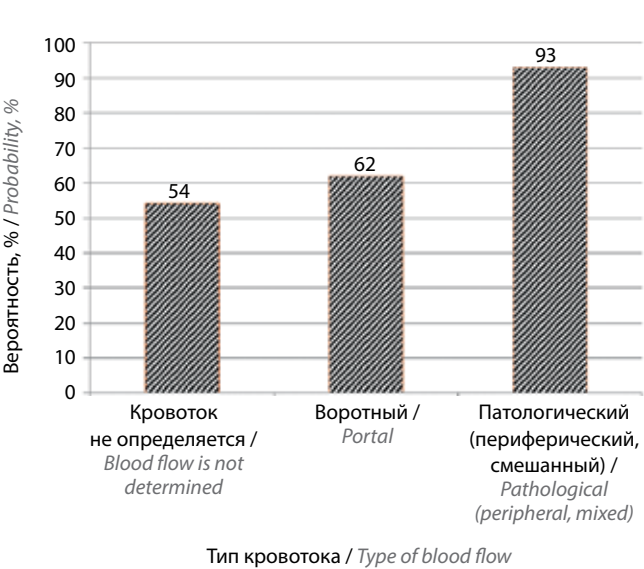


Рис. 8. Вероятность злокачественного поражения лимфатического узла в зависимости от типа кровотока

Fig. 8. Probability of malignant lymph node involvement depending on the blood flow type

численно оценить значимость показателей, особенно в задачах классификации. Исходя из проведенного анализа, наибольшей значимостью для диагностики злокачественного поражения ЛУ обладают следующие критерии (см. рис. 9):

- неправильная или округлая форма;
- индекс округлости;
- нечеткость и прерывистость границы;
- угловатые контуры;
- нарушение дифференцировки экоструктуры и наличие патологических включений (кальцинаты и жидкостные участки);

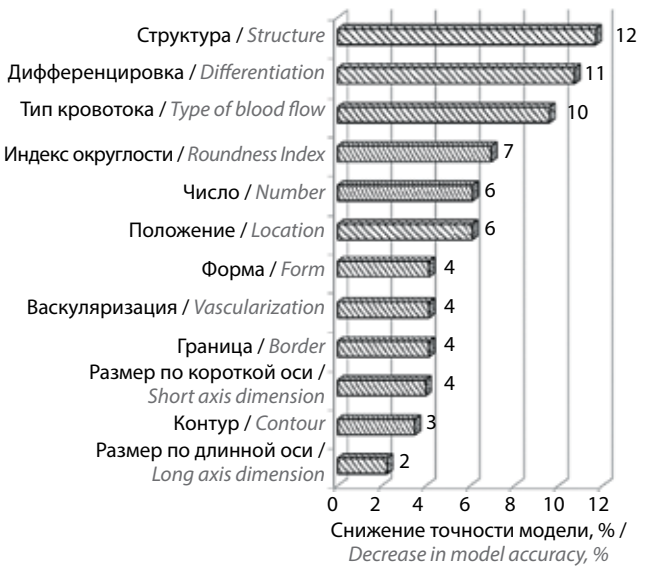


Рис. 9. Распределение ультразвуковых критериев лимфатического узла по степени значимости в диагностике злокачественного поражения — процент снижения точности модели

Fig. 9. Distribution of ultrasound criteria by degree of significance in the diagnosis of malignant lesion — percentage of decrease in model accuracy

- наличие патологического типа кровотока (периферического и смешанного);
- толщина.

Однако нет УЗ-признака, указывающего на злокачественный процесс в ЛУ со 100 % вероятностью.

Такие признаки, как индекс округлости и количество ЛУ, имеют промежуточное значение по шкале прогностической значимости (5–10 %). Прогностическая значимость остальных признаков (форма и контуры ЛУ, степень васкуляризации и размеры по короткой оси)

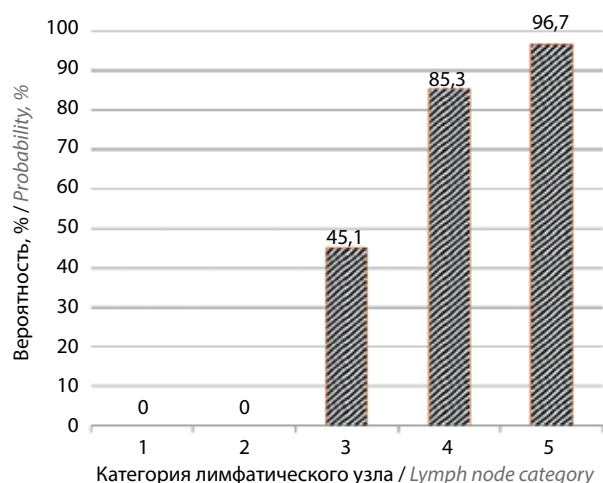


Рис. 10. Вероятность злокачественного процесса в лимфатическом узле в зависимости от его категории по классификации Lymph-NodeRADS.RU

Fig. 10. Probability of malignant process in lymph node depending on its category according to the Lymph-NodeRADS.RU classification

не превышает 4 %. Низкая значимость размера ЛУ по короткой оси в данном пуле исследуемых эхограмм может быть объяснена тем, что среди мелких ЛУ шеи и паховых областей зарегистрированы округлые ЛУ, что для этих анатомических областей можно считать вариантом нормы.

Ряд доброкачественных состояний (лимфадениты, реактивные изменения) могут иметь схожие УЗ-признаки со злокачественными изменениями, и наоборот, ЛУ с метастатическим поражением имитируют неизмененные. Наши данные согласуются с результатами ранее выполненных мировых и отечественных исследований [6–11]. Именно поэтому в настоящее время в мире разрабатываются модели стратификации критериев поверхностных ЛУ по аналогии с RADS в зависимости от набора УЗ-признаков, указывающих на вероятность наличия злокачественного поражения и предназначенные для отбора ЛУ для биопсии [4, 5, 12].

На это же направлен предложенный и обсуждаемый на сайте Российской ассоциации специалистов УЗ-диагностики в медицине проект классификации УЗ-признаков поверхностно расположенных ЛУ [5]. На наш взгляд, предложенное название классификации соответствует поставленным задачам: Lymph-NodeRADS.RU. В данном варианте по результатам УЗИ предложено выделить 6 категорий ЛУ: 1-я – нормальные; 2-я – вероятно, ЛУ с доброкачественным характером изменений; 3-я – с сомнительным/неопределенным характером изменений; 4-я – подозрительные; 5-я – высокоподозрительные. В 6-ю категорию выделены ЛУ с уже доказанными признаками злокачественности.

При выполнении статистического анализа мы первоначально проводили слепое тестирование эхограмм

и расстановку их по категориям. Впоследствии данные скорректированы с учетом клиники, что предложено в проекте классификации. Проведен расчет риска злокачественности в зависимости от категории ЛУ (рис. 10).

Как и ожидалось, в 1-й и 2-й категориях не выявлено злокачественных ЛУ. Неясные по УЗ-картине ЛУ отнесены в 3-ю категорию для дальнейшего наблюдения через короткий промежуток времени. Сюда с учетом анамнестических и клинических данных попали практически в равных количествах доброкачественные и злокачественные ЛУ. Риск злокачественности составил 45,1 %. Для злокачественных ЛУ выделены 2 категории – 4-я и 5-я. Риск злокачественности ЛУ 4-й категории составил 85,3 %. К ней отнесены все ЛУ с лимфомой и 28,1 % метастатических ЛУ, 7 гиперплазированных ЛУ у пациентов с онкологическим анамнезом в зонах лимфооттока первичного очага и 3 ЛУ с лимфаденитом (1 острый и 2 хронических). Риск злокачественности ЛУ 5-й категории составил 96,6 %. В него попали 55,6 % метастатических и 3 гиперплазированных ЛУ у пациентов с онкологическим анамнезом. Суммарно в 4-ю и 5-ю категории попали 83,6 % метастатических ЛУ и все лимфомы. Эти показатели могут изменяться, так как отнесение ЛУ к конкретной категории классификации – субъективный процесс, который может привести как к ложноотрицательным, так и к ложноположительным результатам. Так, причинами гипердиагностики злокачественного поражения могли быть такие УЗ-признаки, как угловатые контуры при лимфаденитах, округлая форма мелких ЛУ (<1,0 см) и утолщение коры >3 мм при реактивных изменениях, появление центральных гиперэхогенных включений в ЛУ с инволютивными изменениями и др. Причиной гиподиагностики злокачественного поражения ЛУ следует считать недоучет ряда УЗ-параметров у пациентов с онкологическим анамнезом, таких как увеличение размера по короткой оси (по анатомическим зонам), нарушение дифференцировки, недоучет толщины коры >3 мм и др. Полученные результаты подтверждают мнение о том, что в классификации оценки ЛУ необходимо вносить поправку на клиническую картину, а также анамнез пациента, в том числе онкологический.

Выводы

- Для объективной УЗ-оценки поверхностных ЛУ необходимо использовать совокупность как качественных, так и количественных характеристик: форма, толщина, индекс округлости, нечеткость и прерывистость границы, толщина коры, угловатые контуры, нарушение дифференцировки структур и наличие патологических включений (кальцинатов и жидкостных участков), патологический тип кровотока (периферический и смешанный).

- Многоступенчатый математический анализ УЗ-данных позволил выделить наиболее значимые для прогнозирования характера поражения поверхностных ЛУ признаки: нарушение структуры и дифференцировки, а также патологический тип кровотока.
- Стратификацию УЗ-критериев ЛУ целесообразно проводить по категориям классификации Lymph-

NodeRADS.RU, где риск злокачественности ЛУ 1-й и 2-й категории составляет 0 %, 3-й – 45,1 %, 4-й – 85,3 %, 5-й – 96,6 %.

- При работе с классификацией Lymph-NodeRADS.RU необходимо учитывать анамнестические и клинические данные, особенно в случае сомнительной УЗ-картины ЛУ.

Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S

1. Фисенко Е.П., Аллахвердиева Г.Ф., Буланов М.Н. и др. Стандартизация протокола ультразвукового исследования поверхностных лимфатических узлов. Консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ). Ультразвуковая и функциональная диагностика 2024;(4):115–31. DOI: 10.24835/1607-0771-294
Fisenko E.P., Allahverdieva G.F., Bulanov M.N. et al. Standardization of the protocol of superficial lymph node ultrasound. Consensus of experts of the Russian association of specialists of ultrasound in medicine (RASUDM). Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika = Ultrasound & Functional Diagnostics 2024;(4):115–31. (In Russ.). DOI: 10.24835/1607-0771-294
2. Ковригина А.М. Морфологическая характеристика реактивных изменений лимфоузлов. Клиническая онкогематология 2009;2(4):297–305. (In Russ.).
Kovrigina A.M. Morphological characteristics of reactive changes in lymph nodes. Klinicheskaya onkogematologiya = Clinical oncohematology 2009;2(4):297–305. (In Russ.).
3. Fisherova D., Garganese G., Reina H. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of lymph nodes: consensus opinion from the Vulvar International Tumor Analysis (VITA) group. Ultrasound Obstet Gynecol 2021;57(6):861–79. DOI: 10.1002/uog.23617
4. Elsholtz F.H.J., Asbach P., Haas M. et al. Introducing the Node Reporting and Data System 1.0 (Node-RADS): a concept for standardized assessment of lymph nodes in cancer. Eur Radiol 2021;31(8):6116–24. DOI: 10.1007/s00330-020-07572-4
5. Проект российской ультразвуковой классификации поверхностных лимфатических узлов R-US-Lymph-RADS. По материалам Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2024». 28–30 мая 2024 г., Москва. MD-Onco 2024;4(4):20–31. DOI: 10.17650/2782-3202-2024-4-4-20-31
The project of the Russian Ultrasound Classification of superficial lymph nodes R-US-Lymph-RADS. Based on the materials of the All-Russian National Congress of Radiation Diagnosticians and Therapists “Radiology – 2024”. May 28–30, 2024, Moscow. MD-Onco 2024;4(4):20–31. (In Russ.). DOI: 10.17650/2782-3202-2024-4-4-20-31
6. Esen G. Ultrasound of superficial lymph nodes. Eur J Radiol 2006;58(3):345–59. DOI: 10.1016/j.ejrad.2005.12.039
7. Bedi D.G., Krishnamurthy R., Krishnamurthy S. et al. Cortical morphologic features of axillary lymph nodes as a predictor of metastasis in breast cancer: *in vitro* sonographic study. AJR Am J Roentgenol 2008;191(3):646–52. DOI: 10.2214/AJR.07.2460
8. Ковалева Е.В., Данзанова Т.Ю., Синюкова Г.Т. и др. Мультипараметрическая ультразвуковая диагностика измененных лимфатических узлов при первично-множественных злокачественных опухолях, включающих рак молочной железы и лимфому. Злокачественные опухоли 2018;8(4):37–44. DOI: 10.18027/2224-5057-2018-8-4-37-44
Kovaleva E.V., Danzanova T.Yu., Sinyukova G.T. et al. Multiparametric ultrasound diagnostics of altered lymph nodes in primary multiple malignant tumors, including breast cancer and lymphoma. Zlokachestvennyye opukholi = Malignant tumors 2018;8(4):37–44 (In Russ.). DOI: 10.18027/2224-5057-2018-8-4-37-44
9. Заболотская Н.В. Ультразвуковая диагностика заболеваний лимфатической системы. В кн.: Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. 3-е изд. Под ред. В.В. Митькова. М.: ВИДАР, 2019. Гл. 5. С. 557–590.
Zabolotskaya N.V. Ultrasound diagnostics of diseases of the lymphatic system. In: Practical guide to ultrasound diagnostics. General ultrasound diagnostics. 3rd ed. Ed.: V.V. Mit'kov. Moscow: VIDAR, 2019. Ch. 5. Pp. 557–590. (In Russ.).
10. Zhang M., Ahn R.W., Hayes J.C. et al. Axillary lymphadenopathy in the COVID-19 era: what the radiologist needs to know. Radiographics 2022;42(7):1897–911. DOI: 10.1148/rg.220045
11. Бэскин-ст. Г.Д., Дюик Д.С., Левин Р.Э. Ультразвуковое исследование и картирование лимфатических узлов шеи. В кн.: Ультразвуковое исследование щитовидной железы. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. Гл. 8. С. 181–213.
Baskin-Sr. G.D., Dyuk D.S., Levin R.E. Ultrasound examination and mapping of the lymph nodes of the neck. In: Ultrasound examination of the thyroid gland. Moscow: GEOTAR-Media, 2018. Ch. 8. Pp. 181–213. (In Russ.).
12. Ryu K.H., Lee K.H., Ryu J. et al. Cervical lymph node imaging reporting and data system for ultrasound of cervical lymphadenopathy: a pilot study. AJR Am J Roentgenol 2016;206(6):1286–91. DOI: 10.2214/AJR.15.15381

Вклад авторов. Авторы заявляют о равном вкладе в написание работы.
Authors' contributions. Authors declare an equal contribution.

ORCID авторов / ORCID of authors

О.В. Возгомент / O.V. Vozgoment: <https://orcid.org/0000-0002-2421-9918>
А.Г. Надточий / A.G. Nadtochiy: <https://orcid.org/0000-0002-3268-0982>
Е.П. Фисенко / E.P. Fisenko: <https://orcid.org/0000-0003-4503-950X>
В.М. Чигвинцев / V.M. Chigvintsev: <https://orcid.org/0000-0002-0345-3895>
Е.В. Костромина / E.V. Kostromina: <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X>
А.Н. Катрич / A.N. Katrich: <https://orcid.org/0000-0003-1508-203X>
Ф.Т. Хамзина / F.T. Khamzina: <https://orcid.org/0000-0002-6053-1466>
В.Е. Гажонова / V.E. Gagonova: <https://orcid.org/0000-0003-4742-9157>
Т.Ю. Данзанова / T.Yu. Danzanova: <https://orcid.org/0000-0002-6171-6796>
П.И. Лепэдату / P.I. Lepedatu: <https://orcid.org/0000-0001-7846-1788>
А.Н. Сенча / A.N. Sencha: <https://orcid.org/0000-0002-1188-8872>
Е.А. Бусько / E.A. Busko: <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>
Г.Ф. Аллаhverдиева / G.F. Allahverdieva: <https://orcid.org/0000-0001-5910-5892>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.
Compliance with patient rights and principles of bioethics. All patients signed informed consent to participate in the study.