



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616-006.699

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-12-26>

Ультразвуковое исследование высокого разрешения при проведении фотодинамической терапии базальноклеточного рака головы и шеи

Светлана Сергеевна Хоружая¹, Александр Юрьевич Васильев²,
Владимир Евгеньевич Семин³, Валентин Александрович Нечаев⁴

^{1,3,4} ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

² ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0009-0006-0807-8250>

² <https://orcid.org/0000-0002-0635-4438>

³ <https://orcid.org/0009-0004-9923-5113>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-6716-5593>

Автор, ответственный за переписку: Светлана Сергеевна Хоружая, svetzhor@yandex.ru

Аннотация

Цель исследования. Определить возможности ультразвукового исследования высокого разрешения кожи при планировании фотодинамической терапии и в раннем посттерапевтическом периоде.

Материалы и методы. Обследовано 128 пациентов, направленных на проведение фотодинамической терапии (ФДТ) базальноклеточного рака кожи области головы и шеи. Выполнению ФДТ предшествовали две диагностические методики: флуоресцентная диагностика (ФД) и ультразвуковое исследование (УЗИ) высокого разрешения. Последнее выполнялось до и в течение 24–72 ч после проведения ФДТ на аппарате экспертного класса Philips Epic 7 (США) высокочастотным линейным датчиком eL18-4 с использованием технологии MicroFlow Imaging (MFI).

Результаты. При ультразвуковом исследовании оценивались горизонтальные и вертикальные размеры, микроваскуляризация опухолей. В зависимости от толщины и васкуляризации все опухоли разделились на три группы: с периферическим сосудистым рисунком (Me 1,6 мм), с периферическим и центральным сосудистым рисунком (Me 2,4 мм), с отсутствием сосудистого рисунка (Me 1,3 мм). Были выявлены значимые статистические различия ($p < 0,001$), которые зависели от толщины опухоли. При сравнении горизонтальных размеров, полученных ультразвуковым и флуоресцентным методами диагностики, была установлена умеренной тесноты прямая связь, что было связано с различием методик. При увеличении первичных горизонтальных размеров при УЗД (протяженности) на 1 мм следовало ожидать увеличения размеров при ФД на 0,413 мм. Полученная модель объясняла 15,9 % наблюдаемой дисперсии размеров при ФД. По результатам данных толщины

© Хоружая С. С., Васильев А. Ю., Семин В. Е., Нечаев В. А., 2025

опухоли при УЗИ и горизонтальных границ при ФД определялись параметры проводимой ФДТ. При оценке микроваскуляризации патологического очага в период 24–72 ч после ФДТ прогнозировался исход ФДТ. Сосудистый рисунок в опухоли отсутствовал в 90,5 % случаев (без учета образований с неинформативным сосудистым рисунком при первичном исследовании), в 7,6 % случаев визуализировался периферический сосудистый рисунок, вероятнее всего, это было связано с признаками активного воспаления окружающих тканей. В 1,9 % случаев сохранялась внутриопухолевая васкуляризация, что потребовало повторного проведения сеанса ФДТ.

Выводы. Ультразвуковое исследование кожи в сочетании с ФД позволяет оптимизировать проведение ФДТ и оценить лечебный эффект от проводимой процедуры в раннем посттерапевтическом периоде.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, флуоресцентная диагностика, фотодинамическая терапия, базальноклеточный рак кожи

Для цитирования: Хоружая С. С., Васильев А. Ю., Семин В. Е., Нечаев В. А. Ультразвуковое исследование высокого разрешения при проведении фотодинамической терапии базальноклеточного рака головы и шеи // Радиология – практика. 2025;1:12-26. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-1-12-26>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Васильев А. Ю., доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, является главным редактором журнала «Радиология – практика». Авторам неизвестно о каких-либо других потенциальных конфликтах интересов, связанных с этой рукописью.

Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

ORIGINAL RESEARCH

Original research

High-resolution Ultrasound During Photodynamic Therapy of Basal Cell Skin Cancer of the Head and Neck

**Svetlana S. Khoruzhaya¹, Aleksandr Yu. Vasil'yev²,
Vladimir E. Semin³, Valentin A. Nechaev⁴**

^{1,3,4} Moscow State Budgetary Healthcare Institution «Moscow City Hospital named after S. S. Yudin, Moscow Healthcare Department», Moscow, Russia

²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹<https://orcid.org/0009-0006-0807-8250>

²<https://orcid.org/0000-0002-0635-4438>

³<https://orcid.org/0009-0004-9923-5113>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-6716-5593>

Corresponding author: Svetlana S. Khoruzhaya, svetzhor@yandex.ru

Abstract

Aim. To determine the possibilities of high-resolution ultrasound examination of the skin at planning of photodynamic therapy and in the early post-therapeutic period.

Materials and Methods. 128 patients referred for photodynamic therapy (PDT) of basal cell skin cancer of the head and neck region were examined. The PDT was preceded by two diagnostic techniques: fluorescence diagnostics (FD) and high-resolution ultrasonography. The latter was performed before and within 24–72 h after PDT on an expert class device Philips Epic 7 (USA), high-frequency linear transducer eL18-4 using MicroFlow Imaging (MFI) technology.

Results. Horizontal and vertical dimensions and tumor microvascularization were assessed by ultrasound. Depending on thickness and vascularization, all tumors were divided into three groups: with peripheral vascular pattern (Me 1.6 mm), with peripheral and central vascular pattern (Me 2.4 mm), and with no vascular pattern (Me 1.3 mm). Significant statistical differences ($p < 0.001$) were found that were dependent on tumor thickness. When comparing the horizontal dimensions obtained by ultrasound and fluorescence diagnostic methods, a moderately close direct relationship was found, which was attributed to the difference in techniques. When the primary horizontal dimensions at ultrasonography (extent) increased by 1 mm, an increase in dimensions at FD of 0.413 mm was to be expected. The resulting model explained 15.9 % of the observed size variance in FD. Based on the results of tumor thickness data in ultrasonography and horizontal margins in FD, the parameters of PDT were determined. Evaluation of microvascularization of the pathological focus in the period 24–72 h after PDT predicted the outcome of PDT. The vascular pattern in the tumor was absent in 90.5 % of cases (excluding masses with uninformative vascular pattern at the primary examination), in 7.6 % of cases peripheral vascular pattern was visualized, most likely it was connected with the signs of active inflammation of the surrounding tissues. In 1.9 % of cases intratumoral vascularization remained, which required a repeated PDT session.

Conclusions. Ultrasound skin examination in combination with FD allows to optimize PDT and to estimate the therapeutic effect of the procedure in the early post-therapeutic period.

Keywords: Ultrasound, Fluorescence Diagnostics, Photodynamic Therapy, Basal Cell Skin Cancer

For citation: Khoruzhaya S. S., Vasil'yev A. Yu., Semin V. E., Nechaev V. A. High-resolution Ultrasound During Photodynamic Therapy of Basal Cell Skin Cancer of the Head and Neck. *Radiology – Practice*. 2025;1:12-26. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-12-26>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria.

A. Yu. Vasil'yev MD, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences is the Editor-in-Chief of the journal «Radiology – Practice». The authors are not aware of any other potential conflicts of interest relating to this manuscript.

Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

Актуальность

Базальноклеточный рак кожи (БКРК) представляет собой злокачественное немеланоцитарное новообразование кожи, которое является самым распространенным злокачественным новообразованием кожи во всем мире [9, 12, 13, 16, 17]. В Российской Федерации (как и во многих странах мира) базальноклеточный рак не учитывается отдельно от других немеланомных опухолей кожи, однако, по некоторым данным, на его долю приходится до 80 % всех случаев немеланомных опухолей [3].

Наиболее частая локализация БКРК — область головы и шеи [3]. Принципы лечения данного заболевания основываются на характеристиках опухоли (размеры, характер роста, локализация), количестве очагов, морфологическом типе, а также сопутствующей соматической патологии пациента [11, 14]. В зависимости от совокупности вышеперечисленных факторов могут применяться как хирургические, так и нехирургические методы. Выбором в пользу фотодинамической терапии (ФДТ) являются: поверхностные формы БКРК, рецидив опухоли после множественных хирургических вмешательств, базалиомы с низким риском рецидивирования.

В основе ФДТ лежит фотохимическая реакция, которая возможна при взаимодействии экзогенных светочувствительных веществ (фотосенсибилизаторов), света определенной длины волны и эндогенного кислорода. Противоопухолевые эффекты обусловлены

сочетанием прямого цитотоксического действия, сосудистыми и иммунологическими механизмами. Фотодинамическая терапия характеризуется высокой селективностью, низкой токсичностью вводимых препаратов и отсутствием риска тяжелых местных и системных осложнений, а также хорошим косметическим эффектом, что немаловажно при лечении БКРК области головы и шеи [2].

На сегодняшний день ультразвуковое исследование (УЗИ) стало стандартной процедурой в клинической онкодерматологии, которое позволяет визуализировать опухолевый очаг, провести его морфологические и физиологические измерения без воздействия ионизирующего излучения [1]. В ряде зарубежных исследований приводятся данные о преимуществах применения УЗИ в качестве дополнения к ФДТ при планировании лечения немеланомных опухолей кожи [5, 6, 10, 15, 19]. Основными преимуществами применения УЗИ при ФДТ являются:

- возможность оценки глубины распространения опухоли, что крайне важно в расчете плотности мощности лазерного излучения и количества энергии на квадратный сантиметр;
- картина васкуляризации опухоли через 24–72 ч после ФДТ для прогноза терапевтического ответа [9, 16].

Однако в доступной литературе недостаточно освещен вопрос оценки динамики изменений опухолевого очага с помощью УЗИ после проведения ФДТ.

Цель: определить возможности ультразвукового исследования высокого разрешения в различные периоды лечения базальноклеточного рака кожи головы и шеи методом ФДТ.

Материалы и методы

Обследовано 128 пациентов, направленных на лечение БКРК области головы и шеи методом ФДТ в условиях онкологического стационара. Преобладали больные женского пола (68,8 %), а возраст их варьировал в диапазоне от 40 до 93 лет (средний возраст 71,6 года).

Наиболее часто опухоль локализовалась в коже щечной области (16,4 %), крыла носа и лобной области (по 12,5 %), спинке (10,9 %) и верхушке носа (10,2 %) (табл. 1). Диагноз БКРК у пациентов был верифицирован цитологически либо морфологически.

Всем пациентам выполнено УЗИ кожи непосредственно перед сеансом ФДТ в сочетании с флуоресцентной диагностикой (ФД). ФД проводилась в синем и красном диапазонах спектра, в режиме реального времени, с использованием видеофлуоресцентных устройств АФС

Таблица 1

Распределение пациентов по анатомической локализации опухоли

Локализация опухоли	Количество, п	%
Щечная область	21	16,4
Крыло носа	16	12,5
Лобная область	16	12,5
Спинка носа	14	10,9
Верхушка носа	13	10,2
Скат носа	12	9,4
Височная область	10	7,8
Носогубная складка	5	3,9
Скуловая область	3	2,3
Околоушная область	2	1,6
Подбородочная область	2	1,6
Верхняя периоральная область	1	0,8
Затылочная область	1	0,8
Ушная раковина	1	0,8
Заушная область	1	0,8
Теменная область	1	0,8
Лобно-теменная область	1	0,8
Медиальная периорбитальная область	1	0,8
Надбровная область	1	0,8
Нижнечелюстная область	1	0,8
Скат носа с переходом на переносицу	1	0,8
Скат носа с переходом на периорбитальную область	1	0,8
Скат носа с переходом на спинку	1	0,8
Верхушка носа с переходом на спинку	1	0,8
Передняя поверхность шеи	1	0,8

и УФФ630/675-01 и лазерного волоконно-оптического спектрометра LESA-01 соответственно. Использовались ультразвуковая система экспертного класса Philips Epic 7 (США), высокочастотный линейный матричный датчик eL18-4 PureWave с диапазоном сканирования 4–18 МГц и технологией визуализации внутриопухолевого кровотока MicroFlow Imaging (MFI).

При первичном УЗИ уточнялись следующие параметры: горизонтальные размеры опухоли, ее толщина, отношение к окружающим тканям, контуры, структура и микроваскуляризация очага. По данным ФД определялись оптимальные поля облучения, оценка накопления фотосенсибилизатора (ФС), контраста «опухоль/норма». С помощью визуализирующих методик рассчитывались параметры ФДТ, которая проводилась на аппарате «Лахта-Милон» (Россия) с длиной волны 662 нм. В качестве фотосенсибилизатора использовались препараты с действующим веществом хлорин Е6 («Фотодитазин» или «Фоторан»). После сеанса облучения проводилась повторная ФД для определения результативности подведенной световой дозы посредством оценки фотобликинга ФС.

Повторное ультразвуковое исследование выполнялось во временном промежутке 24–72 ч после сеанса ФДТ

для оценки распространенности постлучевых изменений и остаточной васкуляризации опухоли.

Результаты

По результатам УЗИ перед ФДТ изменения при БКРК визуализировались в виде гипоэхогенного очага с различной микроваскуляризацией (рис. 1, 2).

В 42,2 % случаев очаги имели однородную структуру и в 57,8% — неоднородную. Контуры БКРК были различными: 32 образования с ровными четкими (25 %), 39 — с ровными нечеткими (30,5 %), 15 — с неровными четкими (11,7 %), 42 — с нечеткими неровными контурами (32,8 %).

Анализ толщины образований в зависимости от вовлеченности слоев кожи и подкожно-жировой клетчатки показал статистически значимое увеличение глубины инвазии в дерму и подкожно-жировой слой (табл. 2, рис. 3).

Согласно полученным данным, при оценке толщины образования в зависимости от вовлеченности слоев кожи были установлены существенные различия ($p < 0,001$) (используемый метод: критерий Краскела — Уоллиса).

Реальные горизонтальные размеры опухоли, определяемые при УЗИ, отличались от размеров, указываемых при ФД, так как определение внешних границ облучения методом ФД основа-

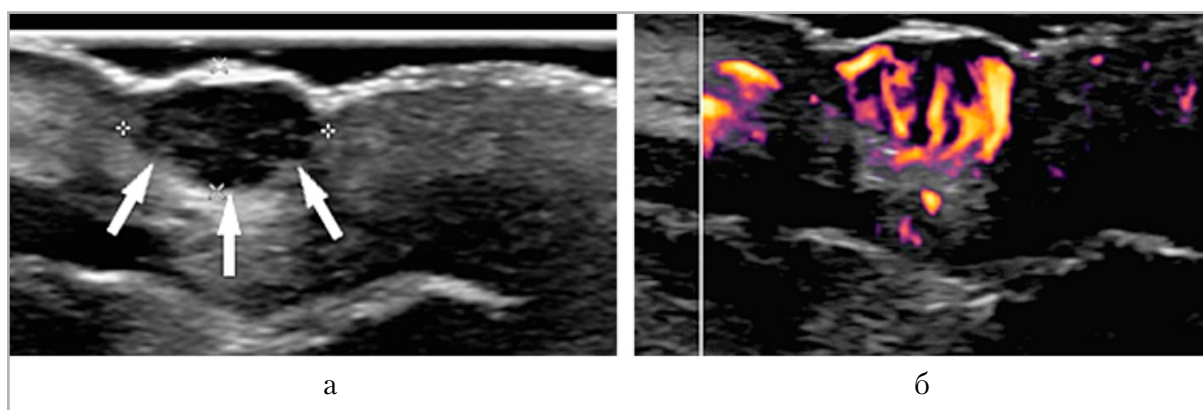


Рис. 1. Сонограммы кожи крыла носа перед ФДТ в В- (а) и MFI-HD- (б) режимах. Определяется нодулярное внутрикожное образование с активной внутриопухолевой васкуляризацией

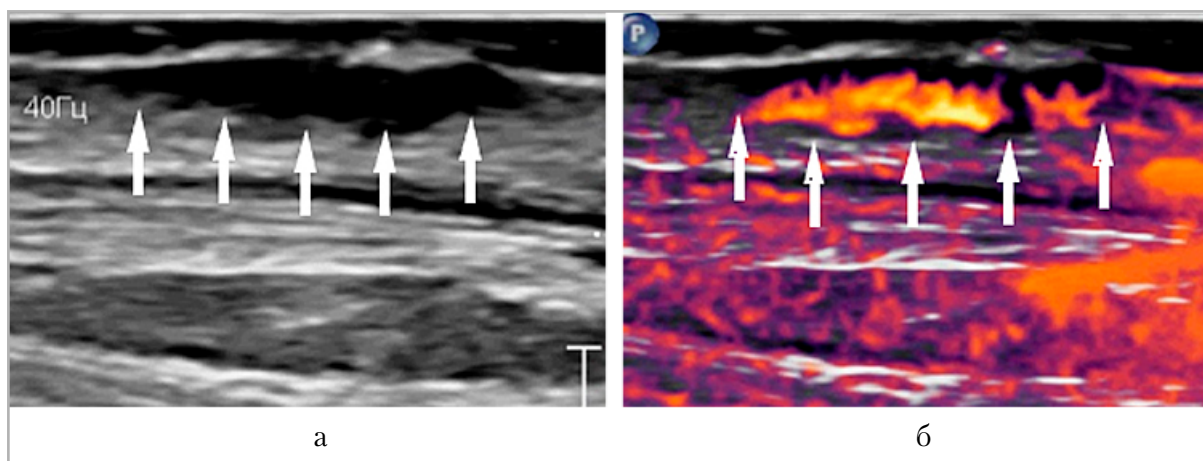


Рис. 2. Сонограммы кожи левой височной области перед ФДТ в В- (а) и MFI-HD- (б) режимах. Поверхностное внутрикожное образование с активной внутриопухолевой васкуляризацией

Таблица 2

Анализ толщины образования в зависимости от вовлеченности слоев кожи

Показатели	Категории	Первичная толщина образования (мм)			p
		Me	Q ₁ –Q ₃	n	
Распространенность	Инвазия в сосочковый слой дермы	1,50	1,20–1,90	63	< 0,001*
	Инвазия в сосочковый и сетчатый слои дермы	2,50	2,00–3,20	59	
	Инвазия в дерму и гиподерму	4,55	3,45–4,67	6	

Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

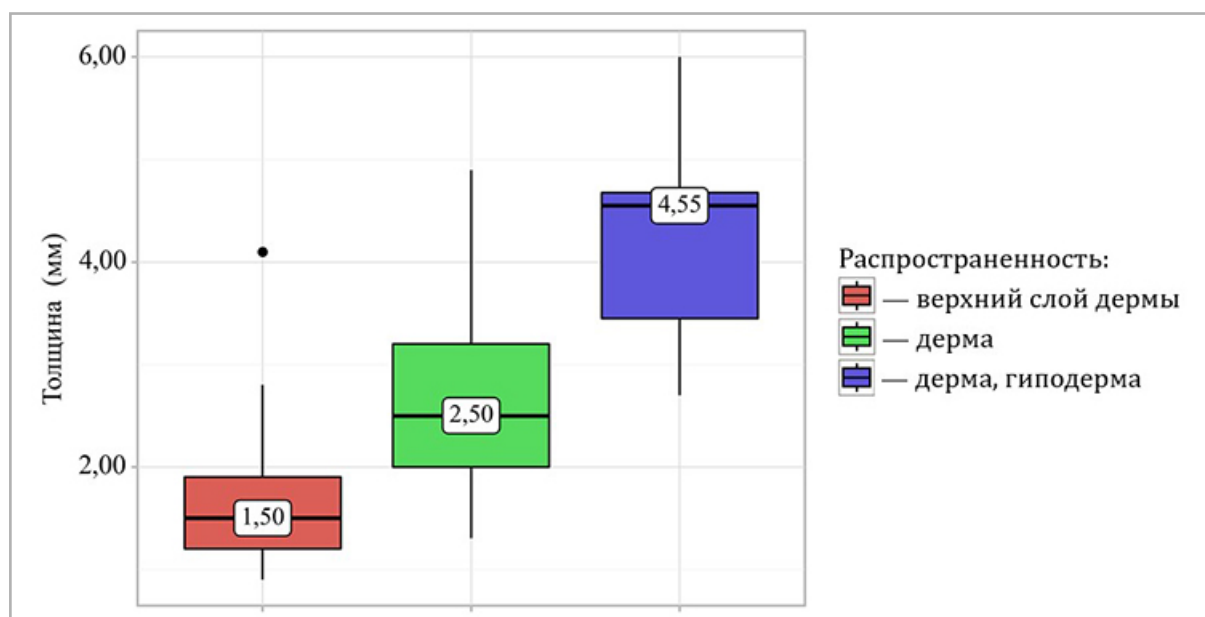


Рис. 3. Анализ толщины образования в зависимости от вовлеченности слоев кожи по данным первичного УЗИ (используемый метод: критерий Краскела – Уоллиса)

но на свечении ассоциированных с опухолью макрофагов, которые составляют микроокружение опухоли и во многом определяют исход фотодинамической терапии [6]. Таким образом, определяемые изменения ФД для расчета размера светового поля были больше, чем изменения кожи по данным УЗИ. Был проведен корреляционный анализ взаимосвязи первичных горизонтальных размеров при УЗД (протяженности) и горизонтальных размеров при ФД. При оценке связи размеров при ФД и первичных горизонтальных размеров при УЗД (протяженности) была установлена умеренной тесноты прямая связь.

При увеличении первичных горизонтальных ультразвуковых размеров (протяженности) на 1 мм ожидается увеличение размеров при ФД на 0,413 мм. Полученная модель объясняет 15,9 % наблюдаемой дисперсии размеров при ФД (рис. 4).

В режиме MFI оценивалась микро-васкуляризация внутрикожного обра-

зования, в результате анализа которой все образования были разделены на три группы:

- 1) образования с периферическим сосудистым рисунком ($n = 20$; 15,6 %);
- 2) образования с периферическим и центральным сосудистым рисунком ($n = 85$; 66,4 %);
- 3) образования с отсутствием сосудистого рисунка, которые расценивались как неинформативные при MFI ($n = 23$; 18 %).

При анализе образований, в зависимости от васкуляризации в режиме MFI, выявлены значимые статистические различия ($p < 0,001$) (используемый метод: критерий Краскела — Уоллиса), которые зависят от толщины опухоли (рис. 5). Так, для опухолей с медианой толщины 2,4 мм характерно было сочетание периферического и центрального сосудистого рисунков. Наличие лишь периферического кровотока определялось в опухолях с медианой толщины 1,6 мм, а отсутствие сосудистого рисун-

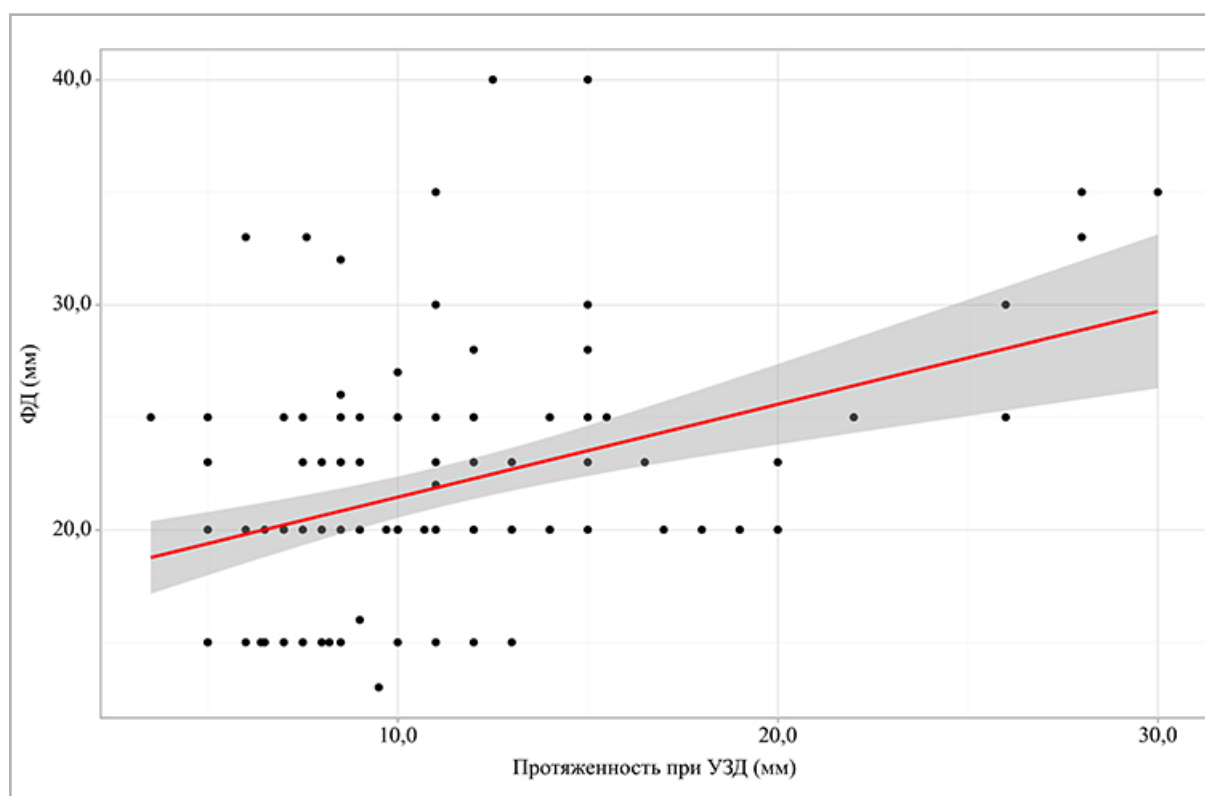


Рис. 4. График регрессионной функции, характеризующий зависимость размеров при ФД от первичных горизонтальных размеров при УЗД (протяженности)

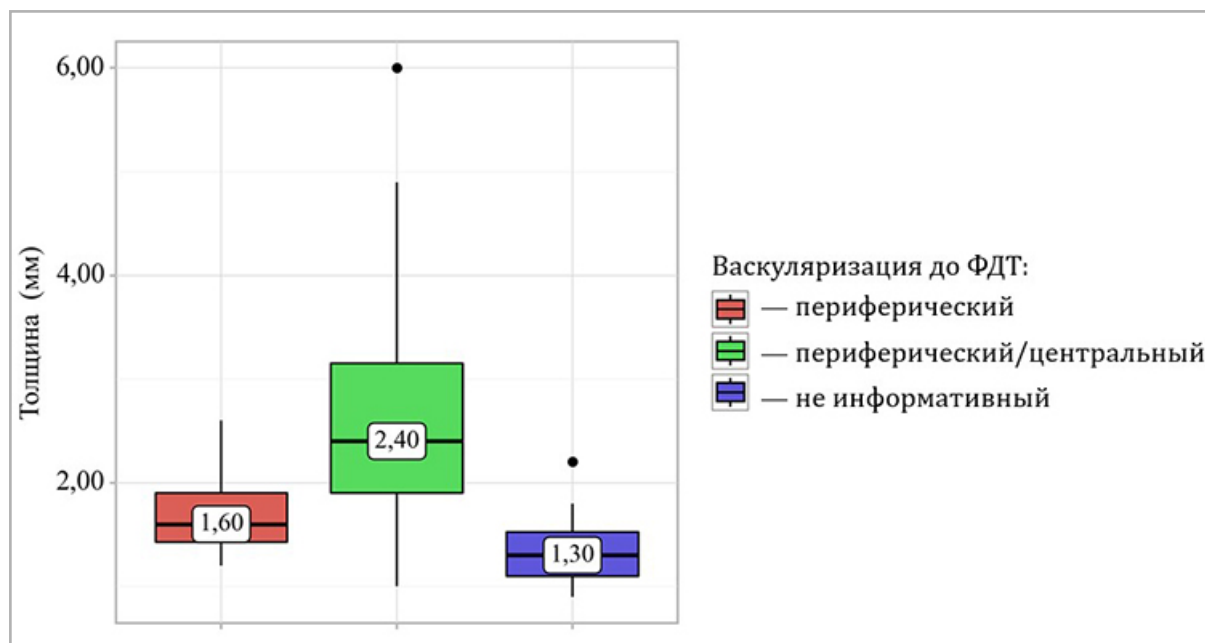


Рис. 5. Анализ толщины образования в зависимости от васкуляризации при MFI (качественно) по данным первичного УЗИ (используемый метод: критерий Краскела — Уоллиса)

ка в структурах с медианой толщины 1,3 мм.

Следует отметить, что ограничением метода визуализации внутриопухолевых сосудов была ее толщина. При поверхностных образованиях, толщина которых находилась в пределах 1,10–1,52 мм, что при первичном УЗИ составило 18 % случаев, в режиме MFI отсутствовал сосудистый рисунок.

В ранний период после проведения ФДТ (24–72 ч) ультразвуковая картина имела свои особенности. Во всех случаях отмечались ложное увеличение размеров образования за счет утолщения дермы, потеря четкости контуров и границ образования на фоне формирования некроза, поэтому использовался метод обязательного сравнения с первичным ультразвуковым исследованием и прицельной оценкой васкуляризации в режиме MFI с учетом первичной толщины опухоли (рис. 6, 7).

По отсутствию внутриопухолевого кровотока в режиме MicroFlow оценивался положительный лечебный эффект от проводимой ФДТ. По результатам УЗИ в ранний период после ФДТ отсут-

ствие внутриопухолевой васкуляризации в сравнении с первичным исследованием отмечалось в 90,5 % случаев (без учета образований с неинформативным сосудистым рисунком при первичном исследовании), при этом отсутствие кровотока в ранний период после ФДТ в 100 % случаев отмечалось в очагах с периферическим сосудистым рисунком до проведения ФДТ. При центральном и периферическом распределении кровотока в образовании до проведения ФДТ в 7,6 % случаев в ранний период визуализировался периферический сосудистый рисунок, вероятнее всего, это было связано с признаками активного воспаления окружающих тканей. В 1,9 % случаев сохранялась внутриопухолевая васкуляризация, что потребовало повторного проведения сеанса ФДТ.

Обсуждение

К основным преимуществам УЗИ в рамках проведения ФДТ относится возможность визуализации опухолевого очага в виде гипоэхогенных образований различных контуров и границ и измерения глубины инвазии, что в соче-

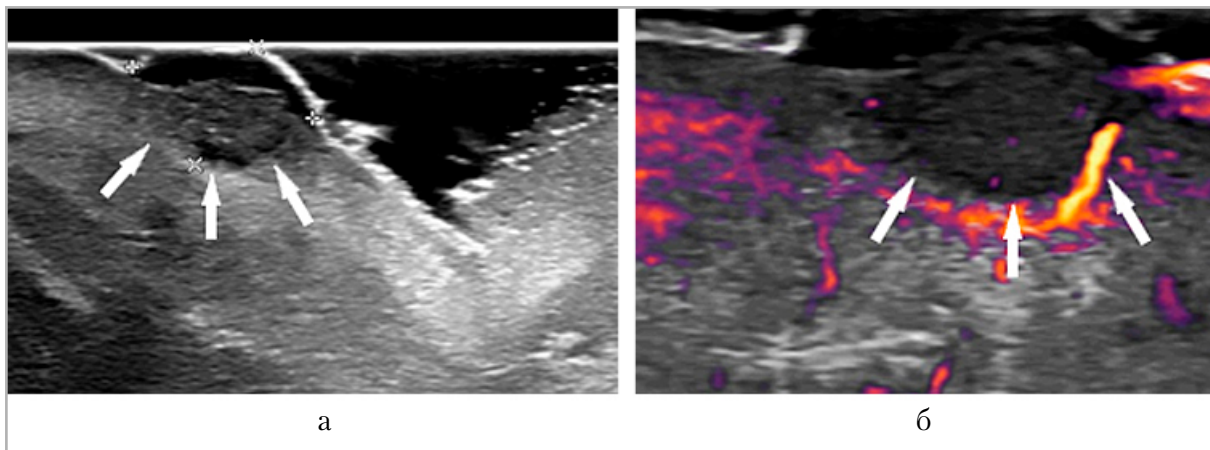


Рис. 6. Сонограммы кожи крыла носа через 24 ч после ФДТ в В- (а) и MFI-HD- (б) режимах. Наблюдаются УЗ-признаки отека, связанного с посттерапевтическим некрозом кожи в зоне воздействия, ложноположительного увеличения размера образования, отсутствие внутриопухолевой васкуляризации

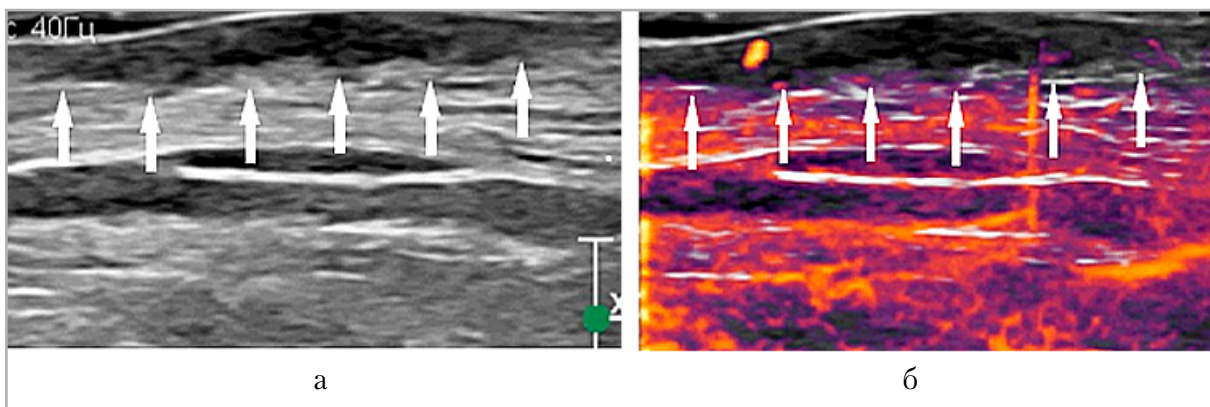


Рис. 7. М., 50 лет. Сонограммы кожи левой височной области через 24 ч после ФДТ в В- (а) и MFI-HD- (б) режимах. Наблюдаются УЗ-признаки отека подкожно-жировой клетчатки, связанного с посттерапевтическим некрозом кожи в зоне воздействия, ложноположительного увеличения размера образования, отсутствие внутриопухолевой васкуляризации

тании с ФД важно для планирования и расчета параметров ФДТ. Дополнительно режим MFI при УЗИ позволяет оценить сосудистый рисунок опухоли. Так как одним из механизмов формирования некроза в области патологического очага является разрушение сосудистой сети, отсутствие внутриопухолевого кровотока в ранний период через 24–72 ч после проведенного лечения принципиально важно для прогнозируемого исхода проводимой процедуры. В работе Скотта К. Эстера и соавт. (2020) о роли УЗИ и флуоресцентной диагностики в фотодинамической терапии рака про-

демонстрированы возможности УЗИ в планировании и мониторинге для прогнозирования терапевтического ответа, что соотносится с нашими результатами. В зарубежных и отечественных источниках применение УЗИ кожи преимущественно касается оценки геометрических размеров опухоли [6, 8, 11]. В англоязычной литературе встречаются единичные работы по оценке сосудистых характеристик БКРК при УЗИ [7]. В связи с этим в нашей работе сделан акцент на сосудистый рисунок опухоли в мониторинге фотодинамической терапии БКРК головы и шеи.

Однако при определении сосудистого рисунка патологического очага есть ограничения метода в виде небольших размеров толщины опухоли (Ме 1,3 мм). В этих случаях, на наш взгляд, следует ориентироваться на иные ультразвуковые параметры, происходящие в тканях на уровне проведения ФДТ: отек, деструктуризация, сглаживание и смещение границ отдельных слоев и структур окружающих образование тканей. Так, в одном из случаев при повторном УЗИ нами были выявлены признаки формирования некроза с отеком окружающих тканей с вовлечением в процесс хрящевых структур носа, что позволило своевременно скорректировать ведение пациента и избежать осложнений.

Выводы

Ультразвуковое исследование высокого разрешения с оценкой микроваскуляризации опухоли позволяет уточнить ее толщину, контуры, экоструктуру, распространенность, микроваскуляризацию до проведения и в ранний период после ФДТ, а также в сочетании с ФД выработать оптимальные параметры лечения и оценить эффект от проводимой терапии в посттерапевтический период. Таким образом, ультразвуковая диагностика является эффективным неинвазивным методом исследования, дополняющим классическую методику проведения ФДТ.

Список источников

1. Бондаренко И. Н. Сравнительный анализ ультразвукового исследования кожи высокочастотными датчиками // Радиология — практика. 2021. № 6. С. 22–30. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-6-22-30>
2. Капинус В. Н., Каплан М. А., Ярославцева-Исаева Е. В., Спиченкова И. С., Иванов С. А. Применение хлорин Е6-фотодинамической терапии базальноклеточного рака кожи // Исследования и практика в медицине. 2021. Т. 8, № 4. С. 33–43. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2021-8-43>
3. 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. ISBN 978-5-85502-297-1
4. Bard R. L. High-Frequency Ultrasound Examination in the Diagnosis of Skin Cancer. *Dermatol. Clin.* 2017 Oct;35(4): 505-511. <https://doi.org/10.1016/j.det.2017.06.011>
5. Fujimura T., Kambayashi Y., Fujisawa Y., Hidaka T., Aiba S. Tumor-Associated Macrophages: Therapeutic Targets for Skin Cancer. *Front. Oncol.* 2018 Jan 23;8:3. <https://doi.org/10.3389/fonc.2018.00003>
6. Hernández-Ibáñez C., Blazquez-Sánchez N., Aguilar-Bernier M., Fúnez-Liéban R., Rivas-Ruiz F., de Troya-Martín M. Usefulness of High-Frequency Ultrasound in the Classification of Histologic Subtypes of Primary Basal Cell Carcinoma. *Actas Dermosifiliogr.* 2017 Jan-Feb;108(1):42-51. English, Spanish. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2016.08.002>
7. Hester S. C., Kuriakose M., Nguyen C. D., Mallidi S. Role of Ultrasound and Photoacoustic Imaging in Photodynamic Therapy for Cancer. *Photochem Photobiol.* 2020 Mar;96(2):260-279. <https://doi.org/10.1111/php.13217>
8. Khlebnikova A. N., Molochkov V. A., Selezneva E. V., Belova L. A., Bezugly A., Molochkov A. V. Ultrasonographic features of superficial and nodular basal cell carcinoma. *Med. Ultrason.* 2018 Dec 8;20(4):475-479. <https://doi.org/10.11152/mu-1633>
9. Kim J. Y. S., Kozlow J. H., Mittal B., Moyer J., Olencki T., Rodgers P. Guidelines of care for the management of basal cell carcinoma. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2018 Mar;78(3):540-559. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2017.10.006>

10. Lang B. M, Balermipas P, Bauer A., Blum A., Brölsch G. F, Dirschka T, Follmann M., Frank J., Frerich B., Fritz K., Hauschild A., Heindl L. M., Howaldt H. P, Ihrler S., Kakkassery V., Klumpp B., Krause-Bergmann A., Löser C., Meissner M., Sachse M. M., Schlaak M., Schön M. P, Tischendorf L., Tronnier M., Vordermark D., Welzel J., Weichenthal M., Wiegand S., Kaufmann R., Grabbe S. S2k Guidelines for Cutaneous Basal Cell Carcinoma – Part 1: Epidemiology, Genetics and Diagnosis. *J. Dtsch. Dermatol. Ges.* 2019 Jan;17(1):94-103. <https://doi.org/10.1111/ddg.13733>
11. Marzuka A. G., Book S. E. Basal cell carcinoma: pathogenesis, epidemiology, clinical features, diagnosis, histopathology, and management. *Yale J. Biol. Med.* 2015 Jun 1;88(2):167-79. PMID: 26029015; PMCID: PMC4445438
12. Nasr I., McGrath E. J., Harwood C. A., Botting J., Buckley P., Budny P. G., Fairbrother P., Fife K., Gupta G., Hashme M., Hoey S., Lear J. T., Mallipeddi R., Mallon E., Motley R. J., Newlands C., Newman J., Pynn E. V., Shroff N., Slater D. N., Exton L. S., Mohd Mustapa M. F., Ezejimofor M. C. British Association of Dermatologists' Clinical Standards Unit. British Association of Dermatologists guidelines for the management of adults with basal cell carcinoma 2021. *Br. J. Dermatol.* 2021 Nov;185(5):899-920. <https://doi.org/10.1111/bjd.20524>
13. Peris K., Fargnoli M. C., Kaufmann R., Arenberger P., Bastholt L., Seguin N. B., Bataille V., Brochez L., Del Marmol V., Dummer R., Forsea A. M., Gaudy-Marqueste C., Harwood C. A., Hauschild A., Höller C., Kandolf L., Kellerners-Smeets N. W. J., Lallas A., Leiter U., Malvehy J., Marinović B., Mijuskovic Z., Moreno-Ramirez D., Nagore E., Nathan P., Stratigos A. J., Stockfleth E., Tagliaferri L., Trakatelli M., Vieira R., Zalaudek I., Garbe C. EADO[®]A, EDF[®]B, ESTRO[®]C, UEMS[®]D and EADV[®]E. European consensus-based interdisciplinary guideline for diagnosis and treatment of basal cell carcinoma-update 2023. *Eur. J. Cancer.* 2023 Oct;192:113254. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2023.113254>
14. Piotrkowska-Wroblewska H., Litniewski J., Szymanska E., Nowicki A. Quantitative sonography of basal cell carcinoma. *Ultrasound Med. Biol.* 2015 Mar;41(3):748-59. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2014.11.016>
15. Polańska A., Dańczak-Pazdrowska A., Jałowska M., Żaba R., Adamski Z. Current applications of high-frequency ultrasonography in dermatology. *Postepy Dermatol. Alergol.* 2017 Dec;34(6):535-542. <https://doi.org/10.5114/ada.2017.72457>
16. Sattler E. Hochfrequente Sonographie [High frequency ultrasound]. *Hautarzt.* 2015 Jul;66(7):493-8. German. <https://doi.org/10.1007/s00105-015-3581-5>
17. Schmults C. D., Blitzblau R., Aasi S. Z., Alam M., Amini A., Bibee K., Bordeaux J., Chen P. L., Contreras C. M., DiMaio D., Donigan J. M., Farma J. M., Ghosh K., Harms K., Ho A. L., Lukens J. N., Mark L., Medina T., Nehal K. S., Nghiem P., Olino K., Park S., Patel T., Puzanov I., Rich J., Sekulic A., Shaha A. R., Srivastava D., Thomas V., Tomblinson C., Venkat P., Xu Y. G., Yu S., Yusuf M., McCullough B., Espinosa S. Basal Cell Skin Cancer, Version 2.2024, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J. Natl. Compr. Canc. Netw.* 2023 Nov;21(11):1181-1203. <https://doi.org/10.6004/jnccn.2023.0056>
18. Warszawik-Hendzel O., Olszewska M., Maj M., Rakowska A., Czuwara J., Rudnicka L. Non-invasive diagnostic techniques in the diagnosis of squamous cell carcinoma. *J. Dermatol. Case. Rep.* 2015 Dec 31;9(4):89-97. <https://doi.org/10.3315/jdcr.2015.1221>
19. Wu X., Marghoob A. A. Contemporary approaches to basal cell carcinoma diagnosis and treatment. *Future Oncol.* 2015 Nov;11(22):2965-6. <https://doi.org/10.2217/fon.15.254>

References

1. Bondarenko I. N. Comparative Analysis of Ultrasound Examination of the Skin High Frequency Transducers. *Radiology — Practice*. 2021;(6):22-30. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-6-22-30>
2. Kapinus V. N., Kaplan M. A., Yaroslavtseva-Isayeva E. V., Spichenkova I. S., Ivanov S. A. Application of chlorin E6-photodynamic therapy for basal cell skin cancer. *Medical Research and Practice*. 2021;8(4):33-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2021-8-43>
3. Kaprin A. D., Starinskiy V. V., Shakhzadova A. O. State of oncologic aid to the Russian population in 2023. Moscow: P.A. Herzen MNIOI — branch of FGBU «NMC Radiology» of the Ministry of Health of Russia, 2024. (In Russ.) ISBN 978-5-85502-297-1
4. Bard R. L. High-Frequency Ultrasound Examination in the Diagnosis of Skin Cancer. *Dermatol Clin*. 2017 Oct;35(4):505-511. <https://doi.org/10.1016/j.det.2017.06.011>
5. Fujimura T., Kambayashi Y., Fujisawa Y., Hidaka T., Aiba S. Tumor-Associated Macrophages: Therapeutic Targets for Skin Cancer. *Front Oncol*. 2018 Jan 23;8:3. <https://doi.org/10.3389/fonc.2018.00003>
6. Hernández-Ibáñez C., Blazquez-Sánchez N., Aguilar-Bernier M., Fúnez-Liévana R., Rivas-Ruiz F., de Troya-Martín M. Usefulness of High-Frequency Ultrasound in the Classification of Histologic Subtypes of Primary Basal Cell Carcinoma. *Actas Dermosifiliogr*. 2017 Jan-Feb;108(1):42-51. English, Spanish. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2016.08.002>
7. Hester S. C., Kuriakose M., Nguyen C. D., Mallidi S. Role of Ultrasound and Photoacoustic Imaging in Photodynamic Therapy for Cancer. *Photochem Photobiol*. 2020 Mar;96(2):260-279. <https://doi.org/10.1111/php.13217>
8. Khlebnikova A. N., Molochkov V. A., Selezneva E. V., Belova L. A., Bezugly A., Molochkov A. V. Ultrasonographic features of superficial and nodular basal cell carcinoma. *Med. Ultrason*. 2018 Dec 8;20(4):475-479. <https://doi.org/10.11152/mu-1633>
9. Kim J. Y. S., Kozlow J. H., Mittal B., Moyer J., Olencki T., Rodgers P. Guidelines of care for the management of basal cell carcinoma. *J. Am. Acad. Dermatol*. 2018 Mar;78(3):540-559. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2017.10.006>
10. Lang B. M., Balermipas P., Bauer A., Blum A., Brölsch G. F., Dirschka T., Follmann M., Frank J., Frerich B., Fritz K., Hauschild A., Heindl L. M., Howaldt H. P., Ihrler S., Kakkassery V., Klumpp B., Krause-Bergmann A., Löser C., Meissner M., Sachse M. M., Schlaak M., Schön M. P., Tischendorf L., Tronnier M., Vordermark D., Welzel J., Weichenthal M., Wiegand S., Kaufmann R., Grabbe S. S2k Guidelines for Cutaneous Basal Cell Carcinoma – Part 1: Epidemiology, Genetics and Diagnosis. *J. Dtsch. Dermatol. Ges*. 2019 Jan;17(1):94-103. <https://doi.org/10.1111/ddg.13733>
11. Marzuka A. G., Book S. E. Basal cell carcinoma: pathogenesis, epidemiology, clinical features, diagnosis, histopathology, and management. *Yale J. Biol. Med*. 2015 Jun 1;88(2):167-79
12. Nasr I., McGrath E. J., Harwood C. A., Botting J., Buckley P., Budny P. G., Fairbrother P., Fife K., Gupta G., Hashme M., Hoey S., Lear J. T., Mallipeddi R., Mallon E., Motley R. J., Newlands C., Newman J., Pynn E. V., Shroff N., Slater D. N., Exton L. S., Mohd Mustapa M. F., Ezejimofor M. C. British Association of Dermatologists' Clinical Standards Unit. British Association of Dermatologists guidelines for the management of adults with basal cell carcinoma 2021. *Br. J. Dermatol*. 2021 Nov;185(5):899-920. <https://doi.org/10.1111/bjd.20524>
13. Peris K., Fargnoli M. C., Kaufmann R., Arenberger P., Bastholt L., Seguin N. B., Bataille V., Brochez L., Del Marmol V., Dummer R., Forsea A. M., Gaudy-

- Marqueste C., Harwood C. A., Hauschild A., Höller C., Kandolf L., Kellerners-Smeets N. W. J., Lallas A., Leiter U., Malvehy J., Marinović B., Mijuskovic Z., Moreno-Ramirez D., Nagore E., Nathan P., Stratigos A. J., Stockfleth E., Tagliaferri L., Trakatelli M., Vieira R., Zalaudek I., Garbe C. EADO^a, EDF^b, ESTRO^c, UEMS^d and EADV^e. European consensus-based interdisciplinary guideline for diagnosis and treatment of basal cell carcinoma-update 2023. *Eur. J. Cancer*. 2023 Oct; 192:113254. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2023.113254>
14. Piotrkowska-Wroblewska H., Litniewski J., Szymanska E., Nowicki A. Quantitative sonography of basal cell carcinoma. *Ultrasound. Med. Biol.* 2015 Mar; 41(3):748-59. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2014.11.016>
 15. Polańska A., Dańczak-Pazdrowska A., Jąłowska M., Żaba R., Adamski Z. Current applications of high-frequency ultrasonography in dermatology. *Postepy Dermatol. Alergol.* 2017 Dec;34(6):535-542. <https://doi.org/10.5114/ada.2017.72457>
 16. Sattler E. Hochfrequente Sonographie [High frequency ultrasound]. *Hautarzt*. 2015 Jul;66(7):493-8. German. <https://doi.org/10.1007/s00105-015-3581-5>
 17. Schmults C. D., Blitzblau R., Aasi S. Z., Alam M., Amini A., Bibee K., Bordeaux J., Chen P. L., Contreras C. M., DiMaio D., Donigan J. M., Farma J. M., Ghosh K., Harms K., Ho A. L., Lukens J. N., Mark L., Medina T., Nehal K. S., Nghiem P., Olinio K., Park S., Patel T., Puzanov I., Rich J., Sekulic A., Shaha A. R., Srivastava D., Thomas V., Tomblinson C., Venkat P., Xu Y. G., Yu S., Yusuf M., McCullough B., Espinosa S. Basal Cell Skin Cancer, Version 2.2024, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J. Natl. Compr. Canc. Netw.* 2023 Nov;21(11): 1181-1203. <https://doi.org/10.6004/jnccn.2023.0056>
 18. Warszawik-Hendzel O., Olszewska M., Maj M., Rakowska A., Czuwara J., Rudnicka L. Non-invasive diagnostic techniques in the diagnosis of squamous cell carcinoma. *J. Dermatol. Case. Rep.* 2015 Dec 31;9(4):89-97. <https://doi.org/10.3315/jdcr.2015.1221>
 19. Wu X., Marghoob A. A. Contemporary approaches to basal cell carcinoma diagnosis and treatment. *Future Oncol.* 2015 Nov;11(22):2965-6. <https://doi.org/10.2217/fon.15.254>

Сведения об авторах / Information about the authors

Хоружая Светлана Сергеевна, врач ультразвуковой диагностики, заведующая отделением ультразвуковой диагностики № 3 ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.

Вклад автора: формирование концепции, написание текста статьи.

Khoruzhaya Svetlana Sergeyevna, Ultrasonic Diagnostician, Head of Ultrasound Diagnostics Department No. 3, Moscow State Budgetary Healthcare Institution «Moscow City Hospital named after S. S. Yudin, Moscow Healthcare Department», Moscow, Russia.

Author's contribution: conceptualization, writing the text draft.

Васильев Александр Юрьевич, доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры радиологии, радиотерапии, радиационной гигиены и радиационной безопасности им. академиков А. С. Павлова и Ф. Г. Кроткова ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия.

Вклад автора: формирование концепции, редактирование.

Vasil'yev Alexander Yur'yevich, Doctor of Medical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Department of radiology, radiotherapy, radiation hygiene and radiation safety of Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Author's contribution: conceptualization, editing.

Семин Владимир Евгеньевич, врач-онколог, заведующий кабинетом флуоресцентной диагностики и фотодинамической терапии ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.

Вклад автора: формирование концепции.

Semin Vladimir Evgenyevich, Oncologist, Head of the Fluorescent Diagnostics and Photodynamic Therapy Office, Moscow State Budgetary Healthcare Institution «Moscow City Hospital named after S. S. Yudin, Moscow Healthcare Department», Moscow, Russia.

Author's contribution: concept formation.

Нечаев Валентин Александрович, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, заведующий центром комплексной диагностики ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.

Вклад автора: формирование концепции, редактирование.

Nechaev Valentin Alexandrovich, MD, Radiologist, Head of the Center for Complex Diagnostics, Moscow State Budgetary Healthcare Institution «Moscow City Hospital named after S. S. Yudin, Moscow Healthcare Department», Moscow, Russia.

Author's contribution: conceptualization, editing.

Статья поступила в редакцию 29.07.2024;
одобрена после рецензирования 01.11.2024;
принята к публикации 01.11.2024.

The article was submitted 29.07.2024;
approved after reviewing 01.11.2024;
accepted for publication 01.11.2024.