

DOI: 10.33454/1728-1261-2026-1-11-19

УДК 616.5-006.04-085.831-073.43

Ультразвуковой мониторинг эффективности фотодинамической терапии базальноклеточного рака кожи головы и шеи

А. Ю. Васильев¹, С. С. Хоружая², В. А. Нечаев², Л. А. Плиева¹¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия² ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

Аннотация

Цель исследования. Разработать стандартизованную методику и поэтапный алгоритм ультразвукового мониторинга с целью объективной и динамической оценки эффективности фотодинамической терапии у пациентов с базальноклеточным раком кожи головы и шеи.

Материал и методы. Первичное ультразвуковое исследование проведено 130 пациентам с базальноклеточным раком кожи головы и шеи, направленным на фотодинамическую терапию. Среди них 68,5 % составили женщины, 31,5 % – мужчины, возраст от 40 до 93 лет. Динамический УЗ-мониторинг осуществлялся в раннем (24–72 часа) и отдаленном (3, 6 и 12 месяцев) периодах после лечения.

Результаты. Определены оптимальные временные интервалы для проведения ультразвукового мониторинга кожных изменений на различных этапах терапии базальноклеточного рака головы и шеи. Первичное исследование выполнялось до начала фотодинамической терапии с целью оценки характеристик опухолевого процесса и подбора оптимальных параметров лазерного воздействия. В раннем периоде после проведения фотодинамической терапии ультразвуковое исследование проводилось через 24, 48 и 72 часа для анализа терапевтического ответа и выявления патоморфологических изменений, индуцированных лечением. В 2,3 % случаев отмечалось сохранение остаточной васкуляризации, что потребовало повторного проведения сеанса фотодинамической терапии. Дальнейший мониторинг осуществлялся в позднем периоде – на этапах рубцевания и регенерации тканей с контрольными исследованиями через 3, 6 и 12 месяцев, что позволило оценить динамику восстановительных процессов и своевременно выявить возможные рецидивы. В 5,4 % случаев по краю нормотрофического рубца выявлены признаки продолженного роста.

Выводы. Создана научно обоснованная, воспроизводимая и клинически применимая методика с четким поэтапным алгоритмом ультразвукового мониторинга, обеспечивающая адекватную и объективную оценку эффективности фотодинамической терапии базальноклеточного рака кожи головы и шеи. Данная методика позволяет значительно повысить диагностическую точность, тщательно контролировать динамику терапевтического процесса, а также своевременно и обоснованно принимать решения по оптимизации и дальнейшему ведению пациентов.

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

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

А. Ю. Васильев – ORCID: 0000-0002-0635-4438

С. С. Хоружая – ORCID: 0009-0006-0807-8250

В. А. Нечаев – ORCID: 0000-0002-6716-5593

Л. А. Плиева – ORCID: 0009-0001-8827-2363

Для цитирования: Васильев А. Ю., Хоружая С. С., Нечаев В. А., Плиева Л. А. Ультразвуковой мониторинг эффективности фотодинамической терапии базальноклеточного рака кожи головы и шеи. Здравоохранение Дальнего Востока. 2026, 1: 11–19. DOI: 10.33454/1728-1261-2026-1-11-19

Ultrasound monitoring of the effectiveness of photodynamic therapy for basal cell skin cancer of the head and neck

A. Yu. Vasil'yev¹, S. S. Khoruzhaya², V. A. Nechayev², L. A. Plieva¹¹ Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia² S. S. Yudin City Hospital, Department of Health of Moscow, Moscow, Russia

Abstract

To develop a standardized methodology and a step-by-step algorithm for ultrasound monitoring in order to objectively and dynamically evaluate the effectiveness of photodynamic therapy in patients with basal cell carcinoma of the head and neck.

Materials and methods. Primary ultrasound examination was conducted in 130 patients diagnosed with basal cell carcinoma of the head and neck, who were subsequently referred for photodynamic therapy. Of these, 68.5 % were female and 31.5 % male, with ages ranging from 40 to 93 years. Dynamic ultrasound monitoring was performed at early (24–72 hours) and long-term intervals (3, 6, and 12 months) following treatment.

Results. The optimal time intervals for ultrasound monitoring of skin changes during the treatment of basal cell carcinoma in the head and neck have been determined, considering the various stages of therapy. The initial ultrasound examination is conducted prior to photodynamic therapy to characterize the tumor and accurately select the parameters for laser exposure. After therapy, ultrasound scans are performed at 24, 48, and 72 hours to monitor the post-treatment effect and detect any pathomorphological changes resulting from the treatment. In 2.3 % of cases, residual vascularization persisted, necessitating a repeat session of photodynamic therapy. Long-term monitoring continues at the stages of scar formation and tissue regeneration, with examinations conducted at 3, 6, and 12 months after treatment. This schedule allows for a comprehensive evaluation of recovery dynamics and facilitates early detection of potential relapse. In 5.4 % of cases involving the margin of normotrophic scar, signs of continued growth were identified.

Conclusion. A scientifically validated, reproducible, and clinically feasible method has been developed, featuring a detailed stepwise ultrasound monitoring protocol that enables an accurate and objective evaluation of photodynamic therapy effectiveness for basal cell carcinoma of the head and neck. This approach significantly enhances diagnostic precision, allows for meticulous tracking of treatment progression, and facilitates timely, evidence-based decisions regarding therapy optimization and subsequent patient management.

Keywords: ultrasound, photodynamic therapy, basal cell skin cancer

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

A. Yu. Vasil'yev – ORCID: 0000-0002-0635-4438

S. S. Khoruzhaya – ORCID: 0009-0006-0807-8250

V. A. Nechayev – ORCID: 0000-0002-6716-5593

L. A. Plieva – ORCID: 0009-0001-8827-2363

To cite this article: Vasil'yev A. Yu., Khoruzhaya S. S., Nechayev V. A., Plieva L. A. Ultrasound monitoring of the effectiveness of photodynamic therapy for basal cell skin cancer of the head and neck. *Public Health of the Far East*. 2026, 1: 11–19. DOI: 10.33454/1728-1261-2026-1-11-19

Введение

Базальноклеточный рак кожи (БКРК) является самым распространенным видом рака у людей во всем мире, и его заболеваемость неуклонно растет [1–6]. БКРК составляет большую часть среди немеланомных опухолей кожи в России, что совпадает с мировыми тенденциями, где этот показатель обычно варьируется в пределах от 70 до 80 % [3, 7–13]. Основным этиологическим фактором развития базалиомы является воздействие ультрафиолетового излучения. Риск возникновения данного заболевания значительно возрастает при сочетании повышенной фоточувствительности кожи с длительным и интенсивным пребыванием на открытом солнце. Наибольшая предрасположенность отмечается у лиц со светлыми фототипами кожи [3, 10, 12].

Преимущественной локализацией БКРК является область головы и шеи [7]. Современная стратегия выбора лечения БКРК основывается на комплексной оценке характеристик опухоли, таких как размер, тип роста и локализация, количество очагов, морфологический вариант, а также наличие сопутствующей соматической патологии [14]. В зависимости от совокупности указанных факторов применяются различные методы лечения, среди которых выделяют фотодинамическую терапию (ФДТ).

Фотодинамическая терапия основана на фотохимической реакции, возникающей при взаимодействии экзогенных фотосенсибилизаторов, света с определенной длиной волны и эндогенного кислорода. Интеграция сосудистых и иммунологических механизмов с пря-

мым цитотоксическим воздействием является ключевым фактором, определяющим противоопухолевые эффекты фотодинамической терапии. ФДТ характеризуется минимальным выражением рубцовых изменений или их полным отсутствием, что делает данный метод особенно предпочтительным для лечения опухолей, локализованных на открытых или эстетически значимых участках кожи [15–17].

В ряде зарубежных исследований представлены данные, подтверждающие преимущества использования ультразвукового исследования в качестве дополнительного метода при планировании терапии немеланомных опухолей кожи в сочетании с фотодинамической терапией [15, 18]. Однако имеет критическое значение проведение тщательного мониторинга кожных изменений после терапии для обеспечения динамического наблюдения и своевременного выявления возможного рецидива. Таким образом, ультразвуковое исследование кожи, обладая широкой доступностью, неионизирующим характером и высокой информативностью, представляет собой эффективный неинвазивный метод диагностики, динамического контроля проводимого лечения основного заболевания.

Цель исследования

Разработать стандартизованную методику и алгоритм ультразвукового мониторинга эффективности фотодинамической терапии при базальноклеточном раке кожи головы и шеи.

Материал и методы

Первичное ультразвуковое исследование было выполнено 130 пациентам, направленным на лечение БКРК области головы и шеи

методом фотодинамической терапии в онкологический стационар. Количество пациентов женского пола составило 68,5 %, мужского пола, соответственно, 31,5 %, возрастной диапазон от 40 до 93 лет. Динамический контроль включал обследование указанных пациентов в раннем периоде после сеанса фотодинамической терапии (24–72 часа) и в отдаленном периоде (3, 6 и 12 месяцев) после ФДТ. Всем пациентам проведено высокоразрешающее ультразвуковое исследование кожи на аппарате Philips Epic 7, линейным матричным датчиком eL18-4 (диапазон сканирования 2–22 МГц) и технологией Microflow Imaging для визуализации микрокровотока.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.8.11 (разработчик – ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе исследуемых более 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. 95 % доверительные интервалы для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера–Пирсона. Сравнение двух групп по количествен-

ному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна–Уитни.

Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью точного критерия Фишера (при значениях минимального ожидаемого явления менее 10). В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей рассчитывалось отношение шансов с 95 % доверительным интервалом (ОШ; 95 % ДИ).

Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Апостериорные сравнения выполнялись с помощью критерия хи-квадрат Пирсона с поправкой Холма.

Результаты и обсуждение

При первичном ультразвуковом исследовании определялись характеристики кожных изменений, горизонтальные размеры в виде максимального диаметра, толщина опухоли, распространение относительно окружающих тканей, контуры, структура, сосудистый рисунок (табл. 1, 2).

Таблица 1

Описательная статистика количественных переменных

Показатели	Me	Q ₁ – Q ₃	n	min	max
Горизонтальные размеры (мм)	10,00	8,00 – 13,00	122	3,50	30,00
Толщина образования (мм)	2,00	1,40 – 2,70	130	0,90	6,00

Таблица 2

Описательная статистика категориальных переменных

Показатели	Категории	Абс.	%	95 % ДИ
Контуры	ровные четкие	31	23,8	16,8 – 32,1
	ровные нечеткие	40	30,8	23,0 – 39,5
	четкие неровные	15	11,5	6,6 – 18,3
	неровные нечеткие	44	33,8	25,8 – 42,7
Структура	однородная	54	41,5	33,0 – 50,5
	неоднородная	76	58,5	49,5 – 67,0
Распространенность	верхний слой дермы	64	49,2	40,4 – 58,1
	сосочковый и сетчатый слои дермы	60	46,2	37,4 – 55,1
	вовлеченность п/ж и др. анатом. структур	6	4,6	1,7 – 9,8
Васкуляризация образования при MF1	периферический сосудистый рисунок	20	15,4	9,7 – 22,8
	периферический и центральный сосудистый рисунок	87	66,9	58,1 – 74,9
	неинформативный сосудистый рисунок	23	17,7	11,6 – 25,4

С учетом полученной информации проводился подбор пациентов и расчет параметров фотодинамической терапии. При толщине опухоли свыше 6 мм пациенты направлялись на хирургическое лечение.

По результатам ультразвукового контроля в ранний период после сеанса ФДТ оценивалась эффективность проводимого лечения. Отсутствие внутриопухолевой васкуляризации, выявленное методом MFI, служило критерием положительного ответа на терапию. Нами был проведен анализ васкуляризации образования в ранний период после сеанса ФДТ (24–72 ч) в зависимости от первичной васкуляризации образования (табл. 3).

В соответствии с представленной таблицей при оценке васкуляризации образования при MFI через 24–72 часа в зависимости от первичного сосудистого рисунка образования при MFI нами были установлены статистически значимые различия ($p < 0,001$) (используемый метод: хи-квадрат Пирсона).

При наличии васкуляризации опухоли на ультразвуковом исследовании через 24 часа после ФДТ повторное УЗИ проводили через 48 часов, при этом отсутствие внутриопухолевого кровотока служило основанием для плани-

рования последующего контроля в поздний посттерапевтический период. В случаях обнаружения внутриопухолевой васкуляризации спустя 48 часов следующий контроль выполнялся через 72 часа.

При сохранении остаточной васкуляризации в указанный период выполняли повторный сеанс фотодинамической терапии, что наблюдалось в 2,3 % случаев (табл. 3). В группе опухолей с периферическим и центральным распределением сосудистого рисунка при первичном исследовании остаточная периферическая васкуляризация в ранний период динамического контроля ассоциировалась с активным кровотоком пограничных с опухолью мягких тканей, возникающим в ответ на ФДТ, и не расценивалась как прогностически неблагоприятный результат лечения, при статистическом анализе рецидивы в данной группе не выявлены.

При достижении положительного ответа на лечение осуществлялось динамическое наблюдение через 3, 6 и 12 месяцев с целью ранней диагностики рецидивов и объективной оценки рубцовых изменений. Вариабельность сонографических проявлений формирования рубцовой ткани детерминирована сово-

Таблица 3

Анализ васкуляризации образования при MFI (качественно), 24–72 часа в зависимости от первичной MFI васкуляризации

Показатель	Категории	Первичная васкуляризация образования при MFI			χ^2	df	p
		Периферический сосудистый рисунок	Периферический и центральный сосудистый рисунок	Неинформативный сосудистый рисунок			
Васкуляризация при MFI, 24–72 часа	отсутствие сосудистого рисунка	20 (100,0)	76 (87,4)	9 (39,1)	63,899	6	< 0,001*р периферический и центральный сосудистый рисунок – неинформативный сосудистый рисунок < 0,001
	периферический сосудистый рисунок	0 (0,0)	8 (9,2)	1 (4,3)			
	периферический и центральный сосудистый рисунок	0 (0,0)	2 (2,3)	0 (0,0)			
	неинформативный сосудистый рисунок	0 (0,0)	1 (1,1)	13 (56,5)			

* Различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

купностью факторов: глубиной инвазии опухоли, возрастными характеристиками пациента, параметрами ФДТ и индивидуальными особенностями течения посттерапевтического процесса.

Поздний динамический мониторинг формирования рубцовой ткани на основании выявленных ультразвуковых характеристик обеспечивает своевременное назначение дополнительной терапии, направленной на оптимизацию косметического результата и улучшение эстетических показателей.

В отдаленном периоде после сеанса фотодинамической терапии при УЗИ отсутствова-

ло ранее выявленное образование, при этом на различных стадиях формирования рубца кожные изменения в зоне воздействия визуализировались в виде гипоехогенных участков с вариабельной эхоструктурой в В-режиме и различным распределением сосудистого рисунка в режиме MFI. В трех случаях в ходе наблюдения отмечено полное восстановление эхоструктурной организации кожи в зоне лечения (табл. 4, 5).

В 5,4 % случаев по краю нормотрофического рубца выявлены признаки продолженного роста, потребовавшие проведения повторного курса терапии (табл. 6).

Таблица 4

Описательная статистика количественных переменных

Показатели	Me	Q ₁ – Q ₃	n	min	max
Горизонтальные размеры рубцовых изменений (мм)	18,00	15,00 – 22,00	127	1,80	36,00
Толщина рубцовых изменений (мм)	2,00	1,70 – 2,90	127	0,90	14,00
Сроки после ФДТ (месяцы)	7,00	6,00 – 9,00	130	2,50	12,00

Таблица 5

Описательная статистика категориальных переменных

Показатели	Категории	Абс.	%	95 % ДИ
Контурные рубцовых изменений	ровные четкие контуры	47	36,2	27,9 – 45,0
	ровные нечеткие контуры	53	40,8	32,2 – 49,7
	неровные четкие контуры	7	5,4	2,2 – 10,8
	неровные нечеткие контуры	23	17,7	11,6 – 25,4
Структура рубцовых изменений	однородная	41	31,5	23,7 – 40,3
	неоднородная	89	68,5	59,7 – 76,3
Распространенность рубцовых изменений	эпидермис	3	2,3	0,5 – 6,6
	верхний слой дермы	29	22,3	15,5 – 30,4
	сосочковый и сетчатый слои дермы	58	44,6	35,9 – 53,6
	вовлеченность п/ж к. и др. анатом. структур	40	30,8	23,0 – 39,5
Васкуляризация рубцовых изменений при MFI	отсутствие сосудистого рисунка	36	27,7	20,2 – 36,2
	периферический патологический сосудистый рисунок	1	0,8	0,0 – 4,2
	периферический и центральный патологический сосудистый рисунок	5	3,8	1,3 – 8,7
	периферический и центральный без дезорганизации сосудистый рисунок	45	34,6	26,5 – 43,5
	периферический без дезорганизации сосудистый рисунок	40	30,8	23,0 – 39,5
	неинформативный	3	2,3	0,5 – 6,6

Таблица 6

Описательная статистика категориальных переменных

Категории	Абс.	%	95 % ДИ
Без рецидива	123	94,6	89,2 – 97,8
Рецидив	7	5,4	2,2 – 10,8

При сравнительном анализе продолженного роста и нодулярной/ненодулярной форм опухолей были установлены статистически значимые различия ($p = 0,022$) (используемый метод: точный критерий Фишера) (табл. 7, рис. 1).

Таким образом, вероятность рецидива в группе нодулярной формы опухолей была выше в 6,8 раза по сравнению с группой ненодулярных форм, различия статистически значимы (95 % ДИ: 1,426 – 33,062).

В результате анализа рецидивов опухоли в зависимости от их локализации установлена значимая корреляция с риском рецидива: 80 % рецидивов наблюдались у опухолей, расположенных в зоне высокого риска, 20 % – в зоне среднего риска, при этом рецидивы в области низкого риска отсутствовали (табл. 8).

При анализе зависимости контура опухоли и продолженного роста не удалось выявить статистически значимых различий ($p = 0,105$) (используемый метод: хи-квадрат Пирсона),

однако все рецидивы наблюдались в образованиях с измененными контурами (рис. 2).

Следует отметить, что рецидивы наблюдались исключительно у пациентов с множественными очагами базальноклеточного рака.

Методы, применяемые для оценки ФДТ, имеют ограничения, в связи с чем возникла необходимость разработки четких критериев неинвазивного доступного мониторинга эффективности проводимой терапии, своевременного выявления рецидивов с возможностью интеграции полученного алгоритма в мультидисциплинарный подход к лечению БКРК головы и шеи.

Таким образом, были определены оптимальные временные периоды для проведения ультразвукового мониторинга кожных изменений на различных этапах лечения базальноклеточного рака кожи головы и шеи. Первичное исследование проводилось до сеанса фотодинамической терапии с целью оценки характеристик опухолевого процесса и определения оптимальных параметров лечения (рис. 3).

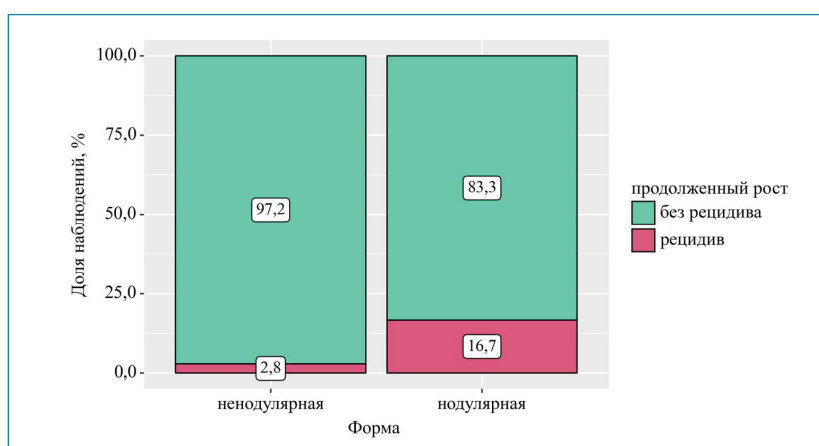


Рис. 1. Анализ продолженного роста в зависимости от формы

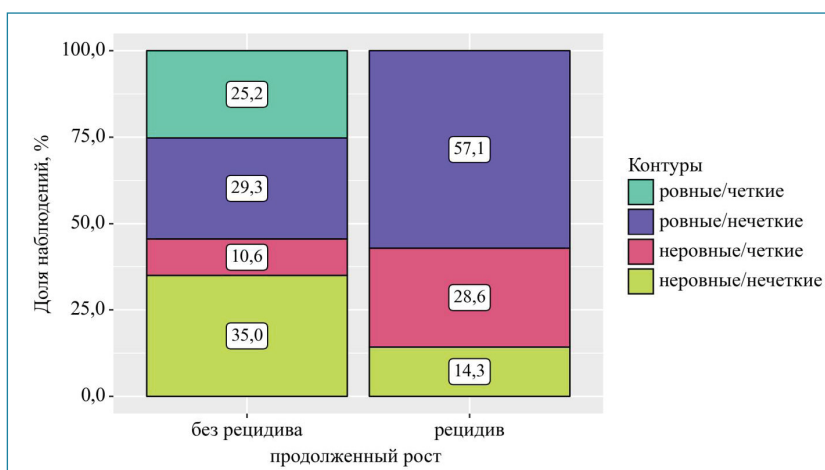


Рис. 2. Анализ контура опухоли в зависимости от продолженного роста

Таблица 7

Анализ зависимости продолженного роста от клинической формы опухоли

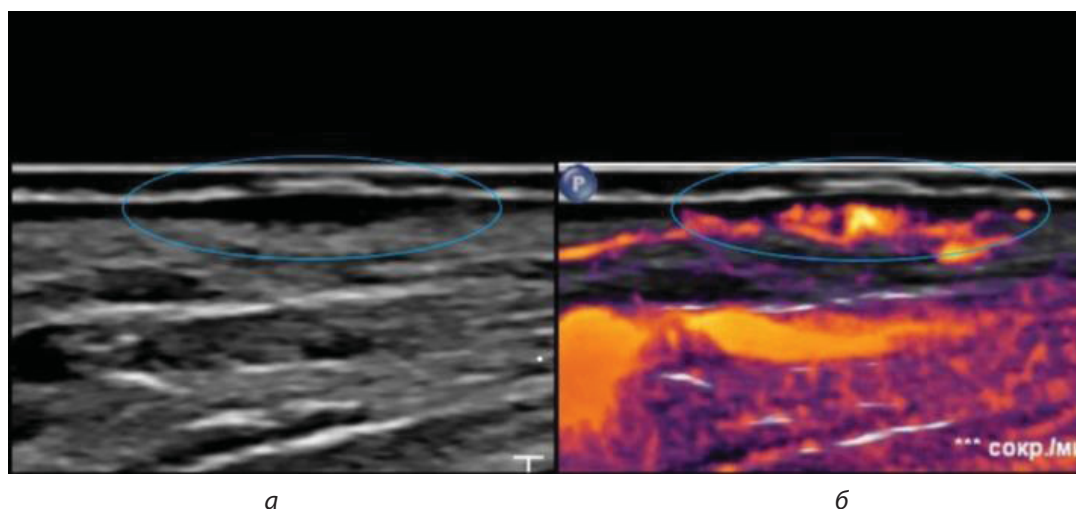
Категории	Форма		p
	ненодулярная	нодулярная	
Без рецидива	103 (97,2)	20 (83,3)	0,022*
Рецидив	3 (2,8)	4 (16,7)	

* Различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Таблица 8

Анализ рецидива в зависимости от локализации

Категории	Локализация, n (%)														χ ²	df	p			
	верхняя губа	височная область	затылочная область	заушная область	лобная область	лобно-теменная область	надбровная область	нос	носогубная складка	околоушная область	периорбитальная область	подбородочная область	скуловая область	теменная область				ушная раковина	шейная область	щечная область
Без рецидива	1 (100,0)	7 (70,0)	1 (100,0)	1 (100,0)	15 (93,8)	1 (100,0)	2 (100,0)	58 (96,7)	4 (100,0)	2 (100,0)	1 (100,0)	2 (100,0)	3 (100,0)	1 (100,0)	1 (100,0)	1 (100,0)	22 (95,7)	13,656	16	0,624
Рецидив	0	3 (30,0)	0	0	1 (6,2)	0	0	2 (3,3)	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (4,3)			



а

б

Рис. 3. Сонограммы кожи левой височной области перед ФДТ (первичное исследование) в В (а) и MFI-HD (б) режимах. Поверхностное внутрикожное образование с активной внутриопухолевой васкуляризацией

В дальнейшем ультразвуковой контроль выполнялся в раннем периоде после проведения фотодинамической терапии через 24, 48 и 72 часа для анализа терапевтического ответа (рис. 4). Выбор указанных временных интервалов был обусловлен данными экспериментальных исследований, демонстрирующих особенности индуцированного патоморфоза опухоли в результате ФДТ [19].

Последующий ультразвуковой мониторинг осуществлялся в поздний период, на этапе формирования рубцовой ткани, через 3, 6 и 12 месяцев с целью оценки стадии регенерации и своевременного выявления возможных рецидивов (рис. 5) [20].

Выводы

Применение ультразвукового исследования высокого разрешения на различных

этапах фотодинамической терапии вносит весомый вклад в решение ряда ключевых задач, характерных для каждого этапа лечения.

В раннем периоде данный метод предоставляет возможность на основании специфических ультразвуковых параметров прогнозировать ответ на терапию, что обеспечивает своевременную коррекцию лечебной тактики.

На этапе формирования рубцовой ткани ультразвуковая диагностика позволяет объективно оценить морфологические изменения, что способствует своевременному назначению дополнительного лечения с целью улучшения эстетических результатов, и выявить рецидивы, обеспечивая комплексный контроль процесса восстановления.

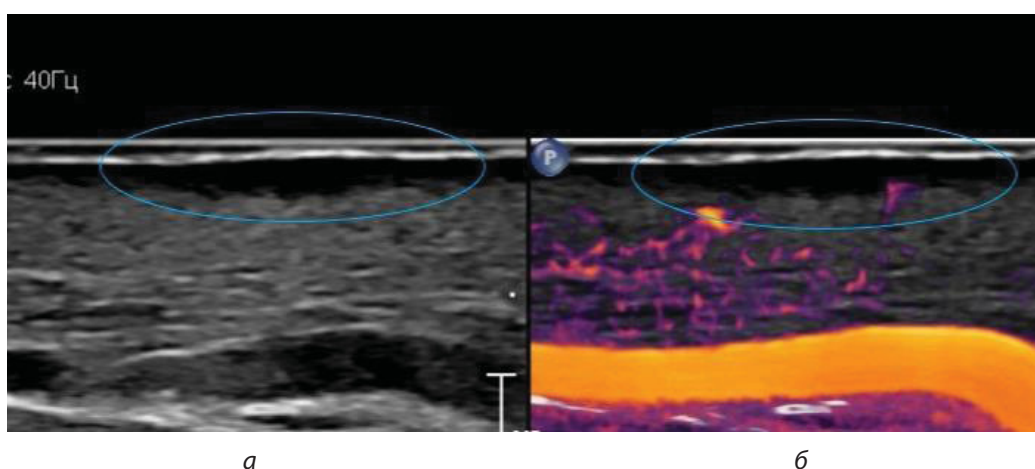


Рис. 4. Сонограммы кожи левой височной области через 48 часов после ФДТ в В (а) и MFI-HD (б) режимах. В В-режиме ложноположительное увеличение размеров опухолевого образования с потерей его границ, структура кожи вокруг образования с нарушенной дифференцировкой, повышенной эхогенности (проявление отека), в режиме MFI отсутствие кровотока

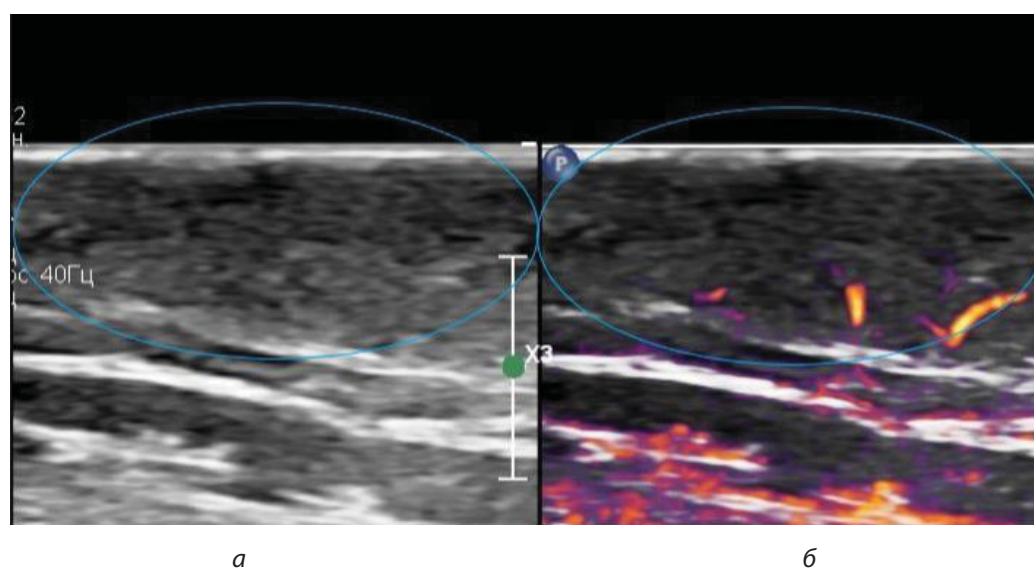


Рис. 5. Сонограммы кожи левой височной области на стадии формирования рубца через 6 месяцев после ФДТ в В (а) и MFI-HD (б) режимах. Гипоэхогенный ограниченный участок в области дермы и гиподермы без дифференцировки на слои, в проекции гипоэхогенного участка при MFI визуализируется преимущественно периферический сосудистый рисунок без признаков дезорганизации

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. S2k Guidelines for Cutaneous Basal Cell Carcinoma – Part 1: Epidemiology, Genetics and Diagnosis / B. M. Lang, P. Balermipas, A. Bauer et al. DOI 10.1111/ddg.13733 // JDDG – J. of the German Society of Dermatology. 2019. № 1 (17). P. 94–103.
2. Basal Cell Skin Cancer, Version 2.2024, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology / C. D. Schmults, R. Blitzblau, S. Z. Aasi et al. DOI 10.6004/jnccn.2023.0056 // J. of the Nat. Comprehensive Cancer Network. 2023. № 11 (21). P. 1181–1203.
3. European consensus-based interdisciplinary guideline for diagnosis and treatment of basal cell carcinoma-update 2023 / K. Peris, M. C. Fargnoli, R. Kaufmann et al. DOI 10.1016/j.ejca.2023.113254 // Europ. J. of Cancer. 2023. Vol. 192. Art. 113254.
4. British Association of Dermatologists guidelines for the management of adults with basal cell carcinoma 2021 / I. Nasr, E. J. McGrath, C. A. Harwood et al. DOI 10.1111/bjd.20524 // Brit. J. of Dermatology. 2021. № 5 (185). P. 899–920.
5. Chinese guideline on diagnosis and treatment of basal cell carcinoma (2023 edition) // Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2024. № 6 (104). P. 391–410. DOI 10.3760/cma.j.cn112137-20231113-01082
6. Basal cell carcinoma: Contemporary approaches to diagnosis, treatment, and prevention / M. C. Cameron, E. Lee, B. P. Hibler et al. DOI 10.1016/j.jaad.2018.02.083 // J. of the Amer. Acad. of Dermatology. 2019. Vol. 80, № 2. P. 321–339.
7. Злокачественные новообразования в России в 2022 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, А. О. Шахзадовой, И. В. Лисичниковой. М.: МНИОИ им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2023. 275 с.
Malignant neoplasms in Russia in 2022 (incidence and mortality) / edited by A. D. Kaprin, V. V. Starinsky, A. O. Shakhzadova, I. V. Lisichnikova. Moscow: P. A. Herzen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Center of Radiology of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2023. 275 p.
8. Aggarwal P., Knabel P., Fleischer A. B. United States burden of melanoma and non-melanoma skin cancer from 1990 to 2019 // J. of the Amer. Academy of Dermatology. 2021. № 2 (85). P. 388–395. DOI 10.1016/j.jaad.2021.03.109
9. Optically Guided High-Frequency Ultrasound to Differentiate High-Risk Basal Cell Carcinoma Subtypes: A Single-Centre Prospective Study / S. Bozsányi, M. Boostani, K. Farkas et al. DOI 10.3390/jcm12216910 // J. of Clinical Medicine. 2023. № 21 (12). Art. 6910.
10. Basal cell carcinoma: From pathophysiology to novel therapeutic approaches / L. Fania, D. Didona, R. Morese et al. DOI 10.3390/biomedicines8110449 // Biomedicines. 2020. Vol. 8, № 11. P. 449.
11. Incidence and trends of first basal cell carcinomas in France between 1980 and 2019: a regional population-based registry study / K. Hammam, C. Nardin, S. Boyer et al. DOI 10.1093/bjd/ljae201 // Brit. J. of Dermatology. 2024. № 4 (191). P. 519–528.
12. Risk Factors for the Recurrence of Basal Cell Carcinomas with Special Remarks on the R-Status / R. K. Rahimi-Nedjat, A. Tuettenberg, K. Sagheb et al. DOI 10.31487/J.JSO.2020.03.07 // J. of Surgical Oncology. 2020. Vol. 3 (3). P. 2–5.
13. Ultraviolet Radiation and Basal Cell Carcinoma: An Environmental Perspective / Y. Teng, Y. Yu, S. Li et al. DOI 10.3389/fpubh.2021.666528 // Frontiers in Public Health. 2021. Vol. 9. Art. 666528.
14. Marzuka A. G., Book S. E. Basal cell carcinoma: Pathogenesis, epidemiology, clinical features, diagnosis, histopathology, and management // Yale J. of Biology and Medicine. 2015. Vol. 88, № 2. P. 167–179.
15. Role of Ultrasound and Photoacoustic Imaging in Photodynamic Therapy for Cancer / S. C. Hester, M. Kuriakose, C. D. Nguyen et al. DOI 10.1111/php.13217 // Photochemistry and Photobiology. 2020. Vol. 96, № 2. P. 260–279.
16. Han Z., Han Y. Simulation Analysis of Skin Cancer Diagnosis Using Terahertz-waves Photoacoustic Effect Invited // Guangzi Xuebao / Acta Photonica Sinica. 2022. № 10 (51).
17. Фотодинамическая терапия базальноклеточного рака кожи головы и шеи с дополнительным внутритканевым лазерным облучением / В. Н. Капинус, М. А. Каплан, Е. В. Ярославцева-Исаева и др. DOI 10.24931/2413-9432-2017-6-4-20-26 // Biomedical Photonics. 2017. Т. 6, № 4. С. 20–26.
Photodynamic therapy of basal cell carcinoma of the head and neck with additional interstitial laser irradiation / V. N. Kapinus, M. A. Kaplan, E. V. Yaroslavtseva-Isaeva et al. DOI 10.24931/2413-9432-2017-6-4-20-26 // Biomedical Photonics. 2017. Vol. 6, No. 4. P. 20–26.
18. Ultra-High Frequency Ultrasound, A Promising Diagnostic Technique: Review of the Literature and Single-Center Experience / R. Izzetti, S. Vitali, G. Aringhieri et al. DOI 10.1177/0846537120940684 // Canad. Assoc. of Radiologists J. 2021. № 3 (72). P. 418–431.
19. Коршунова О. В., Плехова Н. Г. Фотодинамическая терапия в онкологии: настоящее и будущее // Тихоокеан. мед. журн. 2020. № 4. С. 15–19. DOI 10.34215/1609-1175-2020-4-15-19
Korshunova O. V., Plekhova N. G. Photodynamic therapy in oncology: present and future // Pacific Medical Journal. 2020. No. 4. P. 15–19. DOI 10.34215/1609-1175-2020-4-15-19
20. Пат. № 147518 Российская Федерация. Схема «алгоритм ультразвукового обследования пациентов при лечении базальноклеточного рака кожи головы и шеи методом фотодинамической терапии»: № 2025501080 : заявл. 26.02.2025 : опубл. 21.05.2025 / Васильев А. Ю., Хоружая С. С. ; заявитель ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики».
Patent No. 147518 Russian Federation. Scheme "Algorithm for ultrasound examination of patients during treatment of basal cell carcinoma of the scalp and neck using photodynamic therapy": No. 2025501080: filed 26.02.2025: published 21.05.2025 / Vasiliev A. Yu., Khoruzhaya S. S.; applicant LLC "Central Research Institute of Radiation Diagnostics".