ISSN 2312-2935

УДК [616-079.4+004.891.3]:616-006
DOI 10.24412/2312-2935-2025-2-223-242

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ И ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ИЗ ЭПИДЕРМАЛЬНОЙ ТКАНИ КОЖИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА «DERMA ONKO CHECK»

А.И. Ламоткин[1,2], Д.И. Корабельников[1], И.А. Ламоткин[3,4]

[1] АНО ДПО «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза», г. Москва
[2] ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва
[3] ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации г. Москва
[4] ФГБУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», г. Москва

Введение. В настоящее время отмечается рост заболеваемости злокачественными опухолями кожи, при этом повышается нагрузка на систему здравоохранения и возникает необходимость в поиске и внедрении новых методов ранней диагностики новообразований кожного покрова. Среди этих современных диагностических методов значимое место стали занимать программы искусственного интеллекта (ИИ) для смартфонов (мобильные приложения).
Цель исследования. Сравнить эффективность (диагностическую точность, чувствительность, специфичность) предварительной диагностики и дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей из эпидермальной ткани кожи программы ЭВМ (для смартфона) с применением ИИ «Derma Onko Check» и врачей-дерматовенерологов.
Материалы и методы. Эффективность (диагностическую точность, чувствительность, специфичность) программы компьютерного зрения «Derma Onko Check» для визуальной идентификации и дифференциации между доброкачественными и злокачественными опухолями из эпидермальной ткани кожи оценили у 130 пациентов в возрасте от 24 до 92 лет. Заключения программы сравнивались с заключительным клиническим диагнозами опытных врачей-дерматовенерологов и результатами морфологических методов исследования.
Результаты. При предварительной диагностике и дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей из эпидермальной ткани кожи программа ИИ «Derma Onko Check» показала высокую диагностическую точность. Эффективность диагностики программы ИИ «Derma Onko Check» (диагностическая точность 86,2%, чувствительность 91,8%, специфичность 82,7%) сопоставима с эффективностью диагностики опытных врачей-дерматовенерологов (диагностическая точность 92,98%, чувствительность 95,7%, специфичность 100%).
Заключение. Программа ЭВМ (для смартфона) с применением ИИ для «Derma Onko Check» является простым и эффективным инструментом для диагностики и дифференциальной диагностики при первичном врачебном осмотре между доброкачественными и злокачественными эпидермальными опухолями кожи с высокой диагностической точностью. Использование программы ИИ «Derma Onko Check» дает возможность раннего выявления

злокачественных эпидермальных опухолей кожи при первичном приеме врачами общей практики и врачами-специалистами, что позволит оптимизировать маршрутизацию таких больных – направление на осмотр к врачу-дерматовенерологу или к врачу-онкологу. Это позволит экономить силы и средства здравоохранения и ускорить онкодиагностику.

Ключевые слова: искусственный интеллект, ИИ, нейронные сети, машинное обучение, доброкачественные опухоли кожи, злокачественные опухоли кожи, эпидермальные опухоли, рак кожи, диагностика, программа ЭВМ, приложение

PRELIMINARY DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF BENIGN AND MALIGNANT TUMORS FROM EPIDERMAL SKIN TISSUE USING AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROGRAM «DERMA ONKO CHECK»

A. I. Lamotkin[1,2], D. I. Korabelnikov[1], I. A. Lamotkin[3,4]

[1] Moscow Haass Medical and Social Institute, Moscow
[2] Russian Research Institute of Health, Moscow
[3] N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow
[4] Russian Biotechnological University, Moscow

Introduction. Currently, there is an increase in the incidence of malignant skin tumors. This increases the burden on the healthcare system and necessitates the search for and implementation of new methods for the early diagnosis of skin neoplasms. Among these modern diagnostic methods, artificial intelligence (AI) programs for smartphones (mobile applications) have begun to occupy a significant place.
The aim of the study was to compare the accuracy of the preliminary diagnosis of benign and malignant tumors from the epidermal skin tissue between dermatologists and the AI program "Derma Onko Check".
Materials and methods. The effectiveness of the Derma Onko Check computer vision program for visual identification and differentiation between benign and malignant tumors from epidermal skin tissue was evaluated in 130 patients aged 24 to 92 years. The conclusions of the program were compared with the final clinical diagnoses of experienced dermatologists and the results of morphological research methods.
Results. In the preliminary differential diagnosis of benign and malignant tumors from the epidermal skin tissue, the Derma Onko Check AI program has shown high diagnostic accuracy. The effectiveness of the Derma Onko Check AI program (diagnostic accuracy 86.2%, sensitivity 91.8%, specificity 82.7%) is comparable to that of experienced dermatologists (diagnostic accuracy 92.98%, sensitivity 95.7%, specificity 100%).
Conclusion. The computer AI program (for smartphone) "Derma Onko Check" is a simple and effective tool for differential diagnosis between benign and malignant epidermal skin tumors with high diagnostic accuracy at the initial medical examination. The use of the Derma Onko Check program makes it possible to detect malignant epidermal skin tumors early during initial admission by general practitioners and specialist doctors, which will optimize the routing of such patients - referral to a dermatologist or oncologist. This will save health care efforts and resources and speed up cancer diagnosis.

Keywords: artificial intelligence, AI, neural networks, machine learning, benign skin tumors, malignant skin tumors, epidermal tumors, skin cancer, diagnostics, computer program, application

Введение. В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) внедряется в различные области здравоохранения и медицины. Ежегодно отмечается увеличение количества научных исследований, где анализируются результаты применения ИИ в медицине и здравоохранении. Значительные достижения ИИ включают создание программ, которые могут анализировать медицинские данные и диагностировать различные заболевания, в том числе поражения кожи. Клиническая оценка эффективности программ ИИ является основой возможности их практического использования [1, 2, 3, 4].

С увеличением количеством программ для ЭВМ с использованием ИИ, включая приложения для мобильных устройств (смартфонов), в последнее время были достигнуты значимые успехи в дерматовенерологии и онкологии в области диагностики и дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных новообразований из различных тканей кожи [5, 6, 7].

Эти программы ИИ, используя фотографические изображения новообразований кожного покрова, способны верифицировать злокачественные и доброкачественные опухоли кожи, что позволяет врачам общей практики, терапевтам, онкологам и дерматовенерологам проводить скрининг для раннего выявления злокачественных новообразований кожного покрова и проводить своевременную маршрутизацию пациентов для дообследовании [7, 8, 9].

Цель и задачи исследования. Цель исследования: оценить точность предварительной диагностики и дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей из эпидермальной ткани кожи, проведенного с применением программы (компьютерного зрения) ЭВМ (для смартфона) с применением технологий ИИ «Derma Onko Check» (программа ИИ «Derma Onko Check»). Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: 1) сравнить эффективность диагностики (диагностическую точность, чувствительность, специфичность) программы ИИ «Derma Onko Check» с предварительным диагнозом опытных врачей-дерматовенерологов; 2) сравнить эффективность диагностики (диагностическую точность, чувствительность, специфичность) программы ИИ «Derma Onko Check» с заключительным клиническим диагнозом, установленном на основании результатов морфологических методов исследования.

Материалы и методы исследования. Программа ИИ «Derma Onko Check» относится к программам компьютерного зрения, была разработана для врачей общей практики, врачей-терапевтов, врачей-дерматовенерологов и врачей-онкологов, и предназначена для визуальной идентификации доброкачественных и злокачественных опухолей кожи - для быстрой и точной предварительной экспресс-диагностики злокачественных опухолей из

различных тканей кожи. Программа ИИ «Derma Onko Check» зарегистрирована в реестре программ Федеральной службы по интеллектуальной собственности. Программа ИИ «Derma Onko Check» позволяет как фотографировать опухоли кожи с помощью смартфона, так и загружать изображения (в том числе дерматоскопические) с телефона, компьютера, планшета или с любого другого цифрового носителя [10].

Дизайн исследования. Исследование проводилось с одобрением независимого этического комитета при АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Гааза» и независимого этического комитета при ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» Минобороны России. Исследование проводили в соответствии с принципами надлежащей клинической практики (GCP; англ. good clinical practice) и национальными нормами оказания медицинской помощи, с обеспечением безопасности и благополучия участников исследования, которые находились под защитой этических принципов, сформулированных Всемирной медицинской ассоциацией (Хельсинкская декларация), при соблюдении действующего законодательства РФ.

В исследование, проведенное в Главном военном клиническом госпитале им. Н. Н. Бурденко Минобороны России с мая 2024 г. по апрель 2025 г., включались пациенты в возрасте старше 18 лет, у которых при осмотре выявлялись доброкачественные и злокачественные опухоли из различных тканей кожи. Все пациенты подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Предварительный и заключительный диагноз устанавливался опытными врачами-дерматовенерологами со стажем работы от 20 до 40 лет на основании анамнестических, клинических и дерматоскопических признаков в соответствии с классификацией опухолей кожи ВОЗ 2018 г. [11]. При подозрении на наличие у пациента злокачественного образования заключительный клинический диагноз устанавливался на основании заключений гистологического и иммуногистохимического исследований.

На первичном приеме врачами-дерматовенерологами доброкачественные и злокачественные новообразования из различных тканей кожи оценивались программой ИИ «Derma Onko Check».

Фотографирование образований кожного покрова пациентов выполнялось с помощью встроенной фотокамеры с автоматической вспышкой различных мобильных устройств (смартфонов) с расстояния примерно 8-15 см от новообразования кожи.

После фотографирования опухолей кожи изображения анализировались программой «Derma Onko Check» с использованием алгоритмов распознавания, основанных на ИИ, с

формированием заключения о вероятности наличия у обследуемого пациента доброкачественного или злокачественного новообразования. После проведения обследования и установления заключительного клинического диагноза предварительный и заключительный диагнозы сопоставлялись с заключением программы «Derma Onko Check» и проводился анализ.

Результаты. На консультативном приеме врачей-дерматовенерологов с помощью программы «Derma Onko Check» были оценены доброкачественные и злокачественные опухоли из эпидермальной ткани кожи у 130 человек в возрасте от 24 до 92 лет. Среди пациентов с данными новообразованиями кожного покрова, осмотренных с помощью программы «Derma Onko Check», были 81 мужчина (62,3%) и 49 женщин (37,7%) (гендерная асимметрия связана со спецификой военно-медицинской организации). Распределение пациентов, осмотренных с использованием программы «Derma Onko Check», по полу и возрасту представлены на рис. 1. При подозрении на наличие у пациента злокачественной опухоли кожи или новообразования с возможностью озлокачествления заключительный клинический диагноз подтверждался морфологическими (гистологическими и цитологическими) методами исследования.

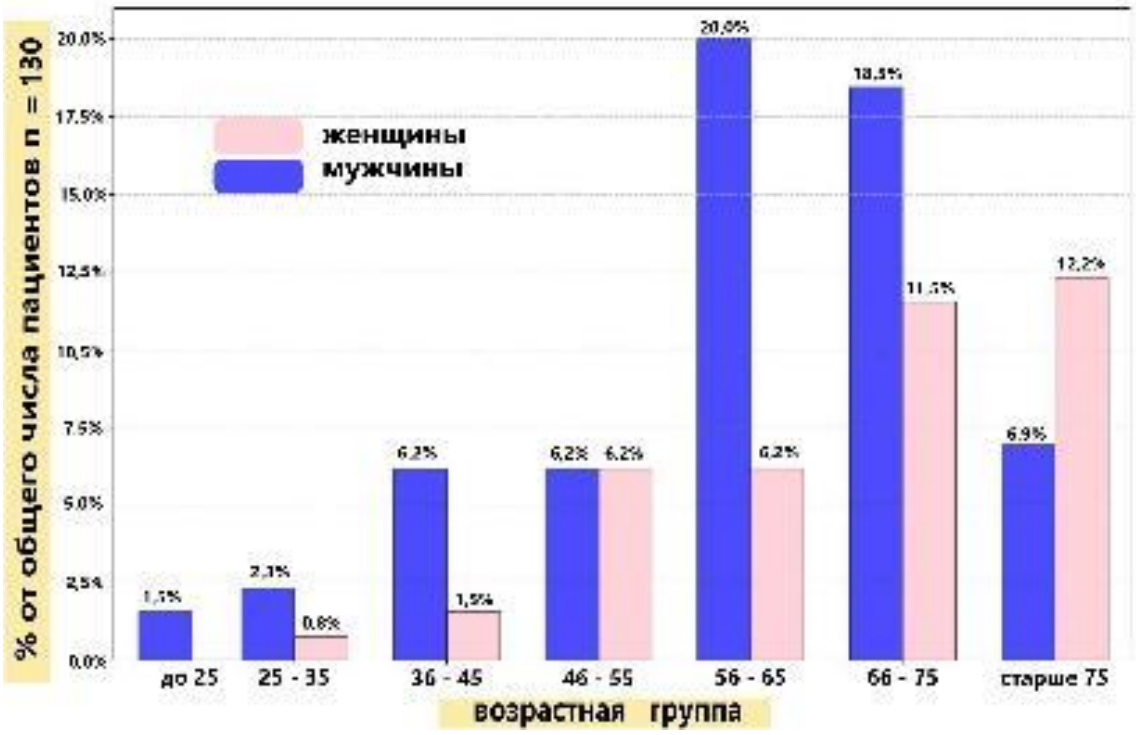

Рисунок 1. Распределение пациентов по возрасту и полу (в %) (n=130)

Эффективность программы «Derma Onko Check» в диагностике злокачественных эпидермальных опухолей кожи

На основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков врачами-дерматовенерологами на первичном приеме были установлены предварительные диагнозы злокачественных опухолей кожи: базальноклеточный рак с различными клиническими формами – 42 случая (поверхностная – 9, пигментная – 11, нодулярная – 13, язвенная – 9), плоскоклеточный рак инфильтрирующий – 3 случая. Диагнозы у этих всех пациентов были подтверждены результатами проведенных обследований, включая морфологические (гистологические и цитологические) исследования. В заключительном клиническом диагнозе указывалась стадия рака кожи в соответствии с классификацией TNM (8-е издание TNM классификации злокачественных опухолей 2017 г. [12]. Раки кожи (базальноклеточный и плоскоклеточный) классифицировали следующим образом. Оценку распространенности первичной опухоли (T) проводили при помощи клинического осмотра, оценку состояния лимфатических узлов (N) и наличия или отсутствия отдаленных метастазов (M) выполняли при помощи клинического осмотра и инструментальных исследований.

Таблица 1

Результаты предварительной и заключительной диагностики злокачественных эпидермальный опухолей кожи с применением программы «Derma Onko Check» (n= 45)

Заключение программы «Derma Onko Check»	*Предварительный клинический диагноз опытных врачей-дерматовенерологов*	*Число случаев, n=45*		*Заключительный клинический диагноз, стадия и распространенность первичной опухоли*	*Число случаев, n=45*	
		абс.	*%*		*абс.*	*%*
Злокачественное	Рак базальноклеточный	40	88,89	I стадия T_1, N_0, M_0	30	66,67
				II стадия T_2, N_0, M_0	10	22,22
	Рак плоскоклеточный	3	6,67	I стадия T_1, N_0, M_0	1	2,22
				II стадия T_2, N_0, M_0	2	4,44
Доброкачественное	Рак базальноклеточный, нодулярная форма с проросшими сосудами	2	4,44	I стадия T_1, N_0, M_0	1	2,22
	Рак базальноклеточный, язвенная форма с коркой на поверхности			II стадия T_2, N_0, M_0	1	2,22
Всего:		45	100		45	100

По заключению программы «Derma Onko Check» у 43 пациентов опухоль являлась злокачественной. У 2 пациентов с базальноклеточным раком программа «Derma Onko Check» ошибочно идентифицировала поражение как «доброкачественное» с вероятностью 64,9%, 69,9% (рис. 2, 3). Анализ результатов предварительной и заключительной диагностики злокачественных эпидермальных опухолей кожи представлен в табл. 1.

Рисунок 2. Заключение программы об отсутствии злокачественной опухоли у пациента с базальноклеточным раком

Рисунок 3. Заключение программы об отсутствии злокачественной опухоли у пациента с базальноклеточным раком

Таким образом, у программы «Derma Onko Check» было 2 случая ложноотрицательных результатов при диагностике злокачественных эпидермальных опухолей кожи. Однако обращает на себя внимание, что вероятность заключения программы об отсутствии злокачественной опухоли в отношении этих 2 случаях была не высокая (64,9%, 69,9%). Так, у трех других пациентов с подобными клиническими проявлениями базальноклеточного рака программа «Derma Onko Check» показывала более высокую вероятность наличие у пациентов злокачественной опухоли кожи (рис. 4, 5, 6).

ISSN 2312-2935

Рисунок 4. Заключение программы о наличии злокачественной опухоли у пациента с базальноклеточным раком

Рисунок 5. Заключение программы о наличии злокачественной опухоли у пациента с базальноклеточным раком

Рисунок 6. Заключение программы о наличии злокачественной опухоли у пациента с базальноклеточным раком

Эффективность программы «Derma Onko Check» в диагностике доброкачественных эпидермальных опухолей кожи

На основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков врачами-дерматовенерологами на первичном приеме у 85 человек были предварительно диагностированы различные доброкачественные эпидермальные новообразования: кератоз себорейный – 59 случаев, кератопапилломы – 14, кератоз актинический – 12.

По заключению программы «Derma Onko Check» у 69 пациентов с различными эпидермальными опухолями кожи новообразования являлись доброкачественными. Из них у 61 пациента с кератозом себорейным, включая его особую клиническую форму кератопапилломы, были типичные клинические и дерматоскопические признаки доброкачественных опухолей кожи, поэтому окончательный клинический диагноз был установлен по заключению дерматовенерологов в результате клинического осмотра с визуальным осмотром с применением лупы, подсветки и проведения дерматоскопии.

ISSN 2312-2935

Наибольшая трудность возникала при установлении заключительного диагноза у пациентов с кератозом актиническим. У 8 пациентов с кератозом актиническим, которым программа сделала заключение о наличии у них доброкачественных опухолей, требовалось подтверждения диагноза с применением цитологического исследования. Это было обусловлено тем, что данные эпидермальные опухоли кожи являются предраковыми поражениями кожи. После получения результатов данного морфологического исследования у 6 пациентов клинический диагноз дерматовенерологов «кератоз актинический» подтвердился, а у 2 пациентов был диагностирован базальноклеточный рак кожи. Эти злокачественные опухоли были удалены хирургами-онкологами с учетом их небольшого размера с помощью CO_2-лазера.

По заключению программы «Derma Onko Check» у 16 пациентов с различными эпидермальными опухолями кожи новообразования являлись злокачественными. Из этой группы у 4 пациентов с кератозом актиническим имелись клинические и дерматоскопические признаки озлокачествления, которое требовало обязательного проведения морфологических методов диагностики. Полученные результаты исследования выявили в 2 случаях кератоз актинический без признаков трансформации в рак, в одном случае базальноклеточный рак и в другом случае – плоскоклеточный рак кожи.

В остальных 12 случаях имелись типичные клинические, анамнестические и дерматоскопические признаки доброкачественных эпидермальных опухолей кожи, поэтому окончательный клинический диагноз был установлен на основании осмотра врачей-дерматовенерологов. При анализе этих ошибочных заключений программы выявлено, что в 12 случаях кератоз себорейный, включая кератопапилломы, имели черные роговые кисты и/или выраженные гиперкератотические наслоения черного цвета и/или папилломатозную поверхность. На рис. 7, 8, 9 приведены примеры ошибочного заключения программы с фотографиями образований.

Анализ результатов диагностики доброкачественных эпидермальных опухолей кожи представлен в табл. 2.

Сравнение точности заключений программы ИИ «Derma Onko Check» с предварительным диагнозом врачей-дерматовенерологов

Для оценки диагностической точности 130 заключений программы ИИ «Derma Onko Check» были предварительно определены следующие величины:

1) истинно отрицательные (ИО) - количество случаев доброкачественных опухолей кожи, правильно определенных программой как «доброкачественное» (67 случаев);

ISSN 2312-2935

Рисунок 7. Ошибочное заключение программы о наличии злокачественной опухоли у пациента с себорейным кератозом

Рисунок 8. Ошибочное заключение программы о наличии злокачественной опухоли у пациента с кератопапилломой

Рисунок 9. Ошибочное заключение программы о наличии злокачественной опухоли у пациента с кератопапилломой

2) истинно положительные (ИП) - количество случаев злокачественных эпидермальных опухолей кожи, правильно определенных программой как «злокачественное» (45 случаев, из них 43 случая при оценке рака кожи и 2 случая при оценке кератоза актинического);

3) ложноположительные (ЛП) - количество случаев доброкачественных эпидермальных опухолей кожи, ошибочно определенных программой как «злокачественное» (14 случаев, из них 12 кератозом себорейным и кератопапилломами и 2 с кератозом актиническим);

4) ложноотрицательные (ЛО) - количество случаев злокачественных эпидермальных опухолей кожи, ошибочно определенных как «доброкачественное» (4 случая).

Таблица 2

Результаты предварительной и заключительной диагностики опухолей из эпидермальной ткани кожи с помощью программы «Derma Onko Check» (n=85)

Заключение программы «Derma Onko Check»	*Клинический диагноз опытных врачей-дерматовенерологов*	*Число случаев, n=85*		*Заключительный клинический диагноз*	*Количество случаев, n=85*	
		абс.	*%*		*абс.*	*%*
Доброкачественное	Кератоз актинический, требующий подтверждения с применением цитологического исследования	8	9,4	Кератоз актинический	6	7,1
				Базальноклеточный рак, I стадия T_1, N_0, M_0	2	2,3
	Кератоз себорейный и кератопапилломы	61	71,8	Окончательный диагноз установлен по заключению дерматовенеролога на основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков	61	71,8
Злокачественное	Кератоз актинический с клиническими и дерматоскопическими признаки озлокачествления	4	4,7	Кератоз актинический	2	2,3
				Базальноклеточный рак, I стадия T_1, N_0, M_0	1	1,2
				Плоскоклеточный рак, стадия 0, TisN0M0	1	1,2
	Кератоз себорейный и кератопапилломы с гиперкератотической поверхностью и темными роговыми кистами	12	14,1	Окончательный диагноз установлен по заключению дерматовенеролога на основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков	12	14,1
Всего:		85	100		85	100

Определены показатели эффективности программы:

1) Диагностическая точность = (ИП + ИО) / всего случаев = (45 + 67) / 130 = 112 / 130 × 100% = 86,2%;

2) Чувствительность = ИП / (ИП + ЛО) = 45 / (45 + 4) = 45 / 49 × 100% = 91,8%;

3) Специфичность = ИО / (ИО + ЛП) = 67 / (67 + 14) = 67 / 81 × 100% = 82,7%;

4) Доля ложноположительных результатов (% ЛП) = ЛП / (ЛП + ИО) × 100 = 14 / (14 + 67) = 14 / 81× 100 = 17,3%;

5) Доля ложноотрицательных результатов (% ЛО) = ЛО / (ЛО + ИП) × 100 = 4 / (4 + 45) = 4 /49 × 100 =8,2%.

По аналогичной методике сравнили точность 57 предварительных диагнозов опытных врачей-дерматовенерологов на первичном приеме с заключительными диагнозами, установленными на основании результатов гистологических и цитологических методов исследования. Количество пациентов, взятых для определения диагностической точности врачей-дерматовенерологов, было меньше, чем при оценке эффективности программы ИИ «Derma Onko Check». Это обусловлено тем, что в большинстве случаев опытный врач-дерматовенеролог может установить диагноз доброкачественной эпидермальной опухоли без дополнительного морфологического исследования. Были определены следующие величины:

1) истинно отрицательные (ИО) - количество случаев доброкачественных опухолей кожи, правильно диагностированных опытными врачами-дерматовенерологами как «доброкачественное» (8 случаев);

2) истинно положительные (ИП) - количество случаев злокачественных эпидермальных опухолей кожи, правильно диагностированных опытными врачами-дерматовенерологами (45 случаев);

3) ложноположительные (ЛП) - количество случаев доброкачественных эпидермальных опухолей кожи, ошибочно определенных опытными врачами-дерматовенерологами как «злокачественное» (0 случаев);

4) ложноотрицательные (ЛО) - количество случаев злокачественных эпидермальных опухолей кожи, ошибочно определенных опытными врачами-дерматовенерологами как «доброкачественное» (2 случая).

Определены показатели эффективности предварительной диагностики опытных врачей-дерматовенерологов:

1) Диагностическая точность = (ИП + ИО) / всего случаев = (45 + 8) / 57 = 53 / 57 × 100% = 92,98%;

2) Чувствительность = ИП / (ИП + ЛО) = 45 / (45 + 2) = 45 / 47 × 100% = 95,7%;

3) Специфичность = ИО / (ИО + ЛП) = 8 / (8 + 0) = 8 / 8 = 1 × 100% = 100%;

4) Доля ложноположительных результатов (% ЛП) = ЛП / (ЛП + ИО) × 100 = 0 / (0 + 8) × 100 = 0 / 8 × 100 = 0%;

5) Доля ложноотрицательных результатов (% ЛО) = ЛО / (ЛО + ИП) × 100 = 2 / (2 + 45) × 100 = 2 / 47 × 100 = 4,3%.

Таким образом, были определены три основных параметра для диагностики эпидермальных опухолей кожи:

1) диагностическая точность, которая показывает эффективность работы программы ИИ «Derma Onko Check» и врачей-дерматовенерологов;

2) чувствительность, отражающая способность программы ИИ «Derma Onko Check» или врача-специалиста правильно выявлять злокачественные эпидермальные опухоли;

3) специфичность, отражающая способность программы ИИ «Derma Onko Check» или врача-дерматовенеролога правильно идентифицировать доброкачественные эпидермальные опухоли.

В данном исследовании эффективность программы ИИ «Derma Onko Check» (диагностическая точность 86,2%, чувствительность 91,8%, специфичность 82,7%) практически сопоставима с эффективностью опытных врачей-дерматовенерологов (диагностическая точность 92,98%, чувствительность 95,7%, специфичность 100%) (табл. 3).

Таблица 3

Сравнение точности заключений программы ИИ «Derma Onko Check» с предварительным диагнозом опытных врачей-дерматовенерологов

Заключения	*Показатели*								
	ИО, абс.	*ИП, абс.*	*ЛП, абс.*	*ЛО, абс.*	*ЛП, %*	*ЛО, %*	*ДТ, %*	*Ч, %*	*С, %*
Заключения программы для ЭВМ (для смартфона) «Derma Onko Check», n = 130	67	45	14	4	17,3	8,2	86,2	91,8	82,7
Предварительный диагноз опытных врачей-дерматовенерологов, n = 57	8	45	0	4	0	4,3	92,98	95,7	100

Примечание: ИО – истинно положительные; ИО - истинно отрицательные; ЛП – ложноположительные; ИО – истинно отрицательные; % ЛП – доля ложноположительных результатов, %; % ЛО – доля ложноотрицательных результатов, %; ДТ – диагностическая точность, %; Ч – чувствительность, %; С – специфичность, %.

Обсуждение. Среди областей, где ИИ хорошо зарекомендовал себя, особо выделяется анализ графических изображений. Одними из направлений стали распознавание и

классификация заболеваний кожи. Новейшие достижения в обработке изображений и машинном обучении предоставляют перспективу создания систем на основе искусственных нейронных сверточных сетей, превосходящих человека в задачах анализа различных медицинских изображений. В настоящее время онкологические заболевания кожи принято считать одной из наиболее актуальных и важных медицинских проблем. В связи с их широкой распространенностью и угрозой для общественного здоровья неотложность исследований и разработок в этой области становится очевидной [13]. В различных исследованиях сообщалось о высокой точности классификации изображений опухолей кожи – около 90%, что демонстрирует потенциал этих моделей для ранней диагностики новообразований кожного покрова, в том числе с помощью компьютерных программ и приложений для мобильных устройств (смартфонов) [14, 15, 16].

При диагностике эпидермальных опухолей кожи программа ИИ «Derma Onko Check» сделала заключение о наличии у 59 пациентов злокачественного новообразования. Из этой группы у 45 пациентов (76,3%) заключение «злокачественное» было верным. В 14 случаях (23,7%) программа сделала ошибочное заключение о наличии у пациентов злокачественной опухоли. Из них у 2 пациентов с кератозом актиническим были такие клинические и дерматоскопические характеристики, которые требовали исключить у них признаки озлокачествления. Поэтому в этих 2 случаях (3,4%) ошибочные заключения программы могут быть оправданы. Таким образом, можно считать, что при диагностике злокачественных эпидермальных опухолей кожи заключение программы ИИ «Derma Onko Check» «злокачественное» было верным в 79,7% случаев. В остальных 12 случаях (20,3%) программа ошибочно идентифицировала доброкачественные эпидермальные опухоли как злокачественные, что было связано с тем, что окраска этих новообразований была не равномерная с наличием черных роговых кист и/или опухоли имели на поверхности гиперкератотические наслоения черного цвета и/или папилломатозную поверхность. Эти ограничения диагностической точности программы ИИ «Derma Onko Check» требуется учитывать при проведении дополнительного машинного обучения данной программы ИИ при выпуске ее актуализированных версий.

При диагностике эпидермальных опухолей кожи программа ИИ «Derma Onko Check» сделала заключение о наличии у 71 пациента доброкачественного новообразования. Из этой группы у 67 пациентов (94,4%) это заключение «доброкачественное» было верным. У 4 пациентов (5,6%) с раками кожи программа ошибочно идентифицировала опухоли как «доброкачественные».

Заключение. При диагностике злокачественных эпидермальных опухолей кожи заключение программы ИИ «Derma Onko Check» «злокачественное» было верным в 79,7% случаев, а при диагностике доброкачественных эпидермальных опухолей кожи заключение программы «доброкачественное» – в 94,4% случаев.

Программа ИИ «Derma Onko Check» демонстрирует сопоставимые показатели эффективности диагностики и дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных эпидермальных опухолей кожи по сравнению с результатами клинических и дерматоскопических заключений опытных врачей-дерматовенерологов и результатами морфологических исследований.

Программа ИИ «Derma Onko Check» является простым и эффективным инструментом для дифференциальной диагностики между доброкачественными и злокачественными эпидермальными опухолями кожи с высокой диагностической точностью на первичном врачебном осмотре.

Использование программы ИИ «Derma Onko Check» дает возможность раннего выявления злокачественных эпидермальных опухолей кожи при первичном приеме врачами общей практики и врачами-специалистами, что позволит оптимизировать маршрутизацию таких больных – направление на осмотр к врачу-дерматовенерологу или к врачу-онкологу, и позволит экономить силы и средства здравоохранения, ускорить диагностику, тем самым повысить эффективность ранней онкодиагностики.

Список литературы

1. Guo Y, Hao Z, Zhao S, et al. Artificial Intelligence in Health Care: Bibliometric Analysis. J Med Internet Res. 2020;22(7):e18228. doi: 10.2196/18228

2. Jimma BL. Artificial intelligence in healthcare: a bibliometric analysis. Telemat Inform Rep. 2023;9 (Suppl. 1):100041. https://doi.org/10.1016/j.teler.2023.100041

3. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. и др. Искусственный интеллект в здравоохранении и медицине: история ключевых событий, его значимость для врачей, уровень развития в разных странах. ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2024;17 (2):243-250. https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2024.254

4. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. Искусственный интеллект: основные термины и понятия, применение в здравоохранении и клинической медицине.

ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2024;17 (3):409-415. https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2024.267

5. Okita AL, de Sousa RM, Rivero-Zavala EJ, et al. Development of an AI-Based Skin Cancer Recognition Model and Its Application in Enabling Patients to Self-Triage Their Lesions with Smartphone Pictures. Dermato. 2024;4(3):97-111. https://doi.org/10.3390/dermato4030011

6. Kong FW, Horsham C, Ngoo A, et al. Review of smartphone mobile applications for skin cancer detection: what are the changes in availability, functionality, and costs to users over time? Int J Dermatol. 2021;60 (3):289-308. doi: 10.1111/ijd.15132. Epub 2020 Sep 2

7. Ускова К.А., Гаранина О.Е., Ухаров А.О. и др. Искусственный интеллект как инструмент популяционного скрининга опухолей кожи. Эффективная фармакотерапия. 2024;20 (1):62-71. doi:10.33978/2307-3586-2024-20-1-62-71

8. Ламоткин А.И., Ламоткин И.А., Корабельников Д.И. Программа для визуальной идентификации злокачественных и доброкачественных опухолей кожи «Melanoma check». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2024668565, 08.08.2024. Заявка от 08.08.2024

9. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А., и др. Точность предварительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи с помощью программы искусственного интеллекта «Melanoma Check». Медицинский вестник ГВКГ им. Н. Н. Бурденко. 2025;1:42-51. doi:10.53652/2782-1730-2025-6-42-51

10. Ламоткин А.И., Ламоткин И.А., Корабельников Д.И. Программа для визуальной идентификации злокачественных и доброкачественных опухолей кожи «Derma Onko Check». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2024668566, 08.08.2024. Заявка от 08.08.2024

11. WHO classification of skin tumors, 4th edition, Volume 11/Edited by Elder DE, Massi D, Scolyer RA, Willemze R. International Agency for Research on Cancer. Lyon, 2018

12. Brierley JD, Gospodarowicz MK, Wittekind C (eds.): TNM classification of malignant tumors, 8th edn. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Inc; 2017. 272 p

13. Самохин С.О., Патрушев А.В., Акаева Ю.И., и др. Ранняя диагностика злокачественных новообразований кожи с помощью технологий искусственного интеллекта. Вестник дерматовенерологии и венерологии. 2024;100(1):38-46. doi: https://doi.org/10.25208/vdv16746

14. Phillips M, Marsden H, Jaffe W, et al. Assessment of accuracy of an artificial intelligence algorithm to detect melanoma in images of skin lesions. JAMA Netw. Open. 2019;2(10):e1913436. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.13436

15. Maron RC, Weichenthal M, Utikal JS, et al. Systematic outperformance of 112 dermatologists in multiclass skin cancer image classification by convolutional neural networks. Eur J Cancer 2019; 119:57-65. doi: 10.1016/j.ejca.2019.06.013

16. Garrison ZR, Hall CM, Fey RM, et al. Advances in Early Detection of Melanoma and the Future of At-Home Testing. Life (Basel). 2023;13(4):974. doi: 10.3390/life13040974

References

1. Guo Y., Hao Z., Zhao S, et al. Artificial Intelligence in Health Care: Bibliometric Analysis. J Med Internet Res. 2020;22(7):e18228. doi: 10.2196/18228

2. Jimma BL. Artificial intelligence in healthcare: a bibliometric analysis. Telemat Inform Rep. 2023;9 (Suppl. 1):100041. Doi: 10.1016/j.teler.2023.100041

3. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. et al. Iskusstvennyj intellekt v zdravoohranenii i medicine: istoriya klyuchevyh sobytij, ego znachimost' dlya vrachej, uroven' razvitiya v raznyh stranah [Artificial intelligence in healthcare and medicine: the history of key events, its significance for doctors, the level of development in different countries]. FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya [FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology]. 2024;17 (2):243-50. Doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2024.254 (In Russian)

4. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Iskusstvennyj intellekt: osnovnye terminy i ponyatiya, primenenie v zdravoohranenii i klinicheskoj medicine [Artificial intelligence: basic terms and concepts, the application in healthcare and clinical medicine]. FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya [FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology]. 2024;17(3):409-415. Doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2024.267 (In Russian)

5. Okita AL, de Sousa RM, Rivero-Zavala EJ, et al. Development of an AI-Based Skin Cancer Recognition Model and Its Application in Enabling Patients to Self-Triage Their Lesions with Smartphone Pictures. Dermato. 2024;4(3):97-111. Doi: 10.3390/dermato4030011

6. Kong FW, Horsham C, Ngoo A, et al. Review of smartphone mobile applications for skin cancer detection: what are the changes in availability, functionality, and costs to users over time? Int J Dermatol. 2021;60 (3):289-308. Doi: 10.1111/ijd.15132

7. Uskova K.A., Garanina O.E., Bukharov A.O. et al. Iskusstvennyj intellekt kak instrument populyacionnogo skrininga opuholej kozhi [Artificial intelligence as a tool for population screening of skin tumors]. Effective pharmacotherapy. 2024;20(1):62-71. Doi:10.33978/2307-3586-2024-20-1-62-71 (In Russian)

8. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Programma dlya vizual'noj identifikacii zlokachestvennyh i dobrokachestvennyh opuholej kozhi “Melanoma check” [A program for visual identification of malignant and benign skin tumors “Melanoma check“]. Certificate of state registration of the computer program No. RU 2024668565, 08.08.2024. Application dated 08/08/2024 (In Russian)

9. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., et al. Tochnost' predvaritel'noj diagnostiki zlokachestvennyh melanocitarnyh opuholej kozhi s pomoshch'yu programmy iskusstvennogo intellekta "Melanoma Check" [Accuracy of preliminary diagnosis of malignant melanocytic skin tumors using the artificial intelligence program "Melanoma Check"]. Medical Bulletin of the N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital. 2025;1:42-51. Doi:10.53652/2782-1730-2025-6-42-51 (In Russian)

10. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Programma dlya vizual'noj identifikacii zlokachestvennyh i dobrokachestvennyh opuholej kozhi "Derma Onko Check" [A program for visual identification of malignant and benign skin tumors "Derma Onko Check"]. Certificate of state registration of the computer program No. RU 2024668566, 08.08.2024. Application dated 08/08/2024 (In Russian)

11. WHO classification of skin tumors, 4th edition, Volume 11/Edited by Elder DE, Massi D, Scolyer RA, Willemze R. International Agency for Research on Cancer. Lyon, 2018.

12. Brierley JD, Gospodarowicz MK, Wittekind C (eds.): TNM classification of malignant tumors, 8th edn. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Inc; 2017. 272 p.

13. Samokhin S.O., Patrushev A.V., Akaeva YuI., et al. Rannyaya diagnostika zlokachestvennyh novoobrazovanij kozhi s pomoshch'yu tekhnologij iskusstvennogo intellekta [Early diagnosis of skin oncologic diseases using artificial intelligence technologies]. Vestnik Dermatologii i Venerologii. 2024;100(1):38-46. Doi: 10.25208/vdv16746 (In Russian)

14. Phillips M., Marsden H., Jaffe W., et al. Assessment of accuracy of an artificial intelligence algorithm to detect melanoma in images of skin lesions. JAMA Netw. Open. 2019;2(10):e1913436. Doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.13436

15. Maron R.C., Weichenthal M., Utikal J.S., et al. Systematic outperformance of 112 dermatologists in multiclass skin cancer image classification by convolutional neural networks. Eur J Cancer 2019; 119:57-65. Doi: 10.1016/j.ejca.2019.06.013

16. Garrison Z.R., Hall C.M., Fey R.M., et al. Advances in Early Detection of Melanoma and the Future of At-Home Testing. Life (Basel). 2023;13(4):974. Doi: 10.3390/life13040974

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Acknowledgments. The study did not have sponsorship.
Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах

Ламоткин Андрей Игоревич – ассистент кафедры внутренних болезней с курсами семейной медицины, функциональной диагностики, инфекционных болезней, профессиональных болезней медицинского факультета АНО ДПО «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза», 123056, Россия, г. Москва, 2-я Брестская ул. д. 5 с 1-1а; специалист отдела мониторинга и анализа мероприятий федерального проекта «Борьба с онкологическим заболеваниями» ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерство здравоохранения Российской Федерации, 127254, Россия, г. Москва, ул. Добролюбова, 11; e-mail: lamotkin.an@yandex.ru. ORCIDID 0000-0001-7930-6018, SPIN-код: 4170-7782

Корабельников Даниил Иванович - кандидат медицинских наук, доцент, почётный работник сферы образования Российской Федерации, заведующий кафедрой внутренних болезней с курсами семейной медицины, функциональной диагностики, инфекционных болезней, профессиональных болезней медицинского факультета, ректор АНО ДПО «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза», 123056, Россия, г. Москва, 2-я Брестская ул. д. 5 с 1-1а; e-mail: dkorabelnikov@mail.ru; ORCIDID 0000-0002-0459-0488, SPIN-код: 7380-7790

Ламоткин Игорь Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, заведующий кожно-венерологическим отделением ФГБУ «ГВКГ имени Н.Н. Бурденко» Минобороны России, 105094, Россия, г. Москва, Госпитальная пл., д. 3; профессор кафедры кожных и венерических болезней с курсом косметологии медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», 125080, Россия, г. Москва, Волоколамское ш., д.11; e-mail: ilamotkin@mail.ru; ORCIDID 0000-0001-7707-441X; SPIN-код: 7153-3703

Information about authors

Lamotkin Andrei Igorevich - assistant at the Department of Internal Medicine with courses in Family Medicine, Functional Diagnostics, Infectious Diseases, and Occupational Diseases at the Medical Faculty of the Moscow Haass Medical and Social Institute, 123056, Russia, Moscow, 2nd Brestskaya str., 5 s 1-1a; Specialist of the Monitoring and Analysis Department of the federal

project "Fight against Oncological diseases" of Russian Research Institute of Health, 127254, Russia, Moscow, Dobrolyubova str., 11; e-mail address: lamotkin.an@yandex.ru . ORCID ID 0000-0001-7930-6018, SPIN code: 4170-7782

Korabelnikov Daniil Ivanovich - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Internal Medicine with courses in Family Medicine, Functional Diagnostics, Infectious Diseases, and Occupational Diseases at the Medical Faculty of the Moscow Haass Medical and Social Institute, 123056, Russia, Moscow, 2nd Brestskaya str., 5 s 1-1a; e-mail: dkorabelnikov@mail.ru; ORCIDID: 0000-0002-0459-0488, SPIN code: 7380-7790

Lamotkin Igor Anatolyevich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Physician of the Russian Federation, Head of the Skin and Venereology Department of the N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Ministry of Defence of the Russian Federation, 105094, Russia, Moscow, Hospital Square 3; Professor of the Department of Skin and Venereal Diseases with a cosmetology course at the Medical Institute of Continuing Education of the Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), 125080, Russia, Moscow, Volokolamsk Highway 11; e-mail: ilamotkin@mail.ru; SPIN code: 7153-3703; ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7707-441X

Статья получена: 29.03.2025 г.
Принята к публикации: 25.06.2025 г.