

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИАГНОСТИКЕ МЕЛАНОМЫ И ДРУГИХ НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖИ

Низаматдинова Бибиназ Максетбаевна

Ургенчский филиал Ташкентской

Медицинской Академии

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные достижения в области применения искусственного интеллекта (ИИ) для диагностики меланомы и других новообразований кожи. Проанализированы основные типы алгоритмов машинного обучения, используемые в дерматоонкологии, их диагностическая точность в сравнении с клиническими специалистами, а также перспективы интеграции этих технологий в клиническую практику. Рассмотрены ключевые проблемы внедрения ИИ-систем, включая вопросы интерпретируемости алгоритмов, регуляторные аспекты и этические соображения. Отдельное внимание уделено роли искусственного интеллекта в телемедицинской дерматологии и возможностям его применения в условиях ограниченного доступа к специализированной медицинской помощи.

Ключевые слова: искусственный интеллект, меланома, новообразования кожи, глубокое обучение, компьютерное зрение, дерматоскопия, телемедицина.

Введение. Злокачественные новообразования кожи представляют собой значимую проблему общественного здравоохранения во всем мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно регистрируется около 132 000 новых случаев меланомы и более 2-3 миллионов случаев немеланомного рака кожи [1]. Раннее выявление злокачественных образований, особенно меланомы, критически важно для успешного лечения и улучшения прогноза

заболевания. Пятилетняя выживаемость при меланоме, диагностированной на ранней стадии, превышает 95%, в то время как при выявлении на поздних стадиях снижается до 25% [2].

Традиционная диагностика новообразований кожи основывается на визуальном осмотре, дерматоскопии и гистологическом исследовании. Однако точность клинической диагностики значительно варьирует в зависимости от опыта специалиста, что приводит к высокому проценту как ложноположительных, так и ложноотрицательных результатов [3]. В этом контексте применение искусственного интеллекта представляется перспективным направлением, способным повысить точность диагностики и обеспечить более раннее выявление злокачественных образований.

Развитие технологий машинного обучения, в частности глубоких нейронных сетей, открыло новые возможности для автоматизированного анализа медицинских изображений. В последние годы наблюдается значительный прогресс в разработке ИИ-систем для классификации кожных новообразований, что подтверждается растущим числом публикаций и клинических исследований в этой области [4]. Современные алгоритмы демонстрируют диагностическую точность, сравнимую или превосходящую результаты опытных дерматологов [5, 6].

Целью данной статьи является комплексный анализ современного состояния и перспектив применения искусственного интеллекта в диагностике меланомы и других новообразований кожи, а также рассмотрение основных вызовов, связанных с внедрением этих технологий в клиническую практику.

Применение компьютерных алгоритмов для анализа изображений кожных новообразований имеет длительную историю. Первые системы, разработанные в 1990-х годах, использовали предварительно заданные признаки, такие как асимметрия, границы, цвет и диаметр (ABCD-правило) для классификации

меланомы [7]. Эти традиционные методы обработки изображений были ограничены необходимостью ручного проектирования признаков и не могли адаптироваться к многообразию клинических проявлений кожных заболеваний.

Развитие методов машинного обучения, в частности глубоких нейронных сетей, произвело революцию в области компьютерного зрения и анализа медицинских изображений. В отличие от традиционных алгоритмов, глубокие нейронные сети способны автоматически извлекать многоуровневые признаки из необработанных изображений, что позволяет им распознавать сложные паттерны без необходимости в предварительном кодировании диагностических правил [8].

Среди архитектур глубокого обучения, используемых для классификации кожных новообразований, наибольшее распространение получили сверточные нейронные сети (CNN). Эта архитектура оптимизирована для анализа визуальных данных и включает последовательность сверточных слоев, которые автоматически извлекают пространственные иерархические признаки из изображений [9]. Современные CNN, такие как ResNet, Inception, DenseNet и EfficientNet, продемонстрировали высокую эффективность в задачах классификации дерматологических изображений [10].

Системы ИИ для диагностики кожных заболеваний могут анализировать различные типы изображений:

1. Клинические фотографии - цифровые изображения новообразований, полученные с помощью обычных фотокамер или смартфонов. Они наиболее доступны, но обеспечивают меньшую диагностическую информацию по сравнению со специализированными методами [11].
2. Дерматоскопические изображения - получаемые с помощью дерматоскопа, позволяют визуализировать структуры эпидермиса и сосочкового слоя дермы, недоступные при обычном осмотре. Алгоритмы, обученные на

дерматоскопических изображениях, обычно демонстрируют более высокую точность [12].

3. Конфокальная лазерная микроскопия - неинвазивный метод, обеспечивающий визуализацию кожи на клеточном уровне. Относительно недавно стал объектом исследований в контексте применения ИИ [13].

4. Мультимодальные данные - комбинация различных типов изображений и клинической информации, что потенциально повышает диагностическую точность [14].

Исследования показывают, что включение дерматоскопических изображений значительно улучшает производительность алгоритмов. В метаанализе Tschandl et al. [15] было установлено, что средняя чувствительность и специфичность алгоритмов, обученных на дерматоскопических изображениях, составили 91% и 86% соответственно, по сравнению с 85% и 80% для алгоритмов, обученных на клинических фотографиях.

Значительным прорывом в области применения ИИ для диагностики кожных новообразований стало исследование Esteva et al. [5], опубликованное в журнале Nature в 2017 году. Авторы разработали сверточную нейронную сеть на основе архитектуры Inception v3, обученную на более чем 129 000 клинических и дерматоскопических изображений. Система продемонстрировала точность классификации меланомы и немеланомного рака кожи на уровне опытных дерматологов.

Последующие исследования подтвердили и расширили эти результаты. Naenssle et al. [6] провели сравнительное исследование, в котором CNN продемонстрировала среднюю чувствительность 95% при классификации меланомы, превзойдя средний показатель группы из 58 дерматологов (86,6%). Более поздний метаанализ Liu et al. [16], включивший 14 исследований с участием более 300 специалистов и различных ИИ-систем, показал, что

алгоритмы глубокого обучения достигают сопоставимой или более высокой точности диагностики по сравнению с дерматологами, особенно при анализе дерматоскопических изображений.

В 2020 году Tschandl et al. [17] организовали открытое соревнование по диагностике кожных новообразований, в котором 47 алгоритмов соревновались с 37 дерматологами из 17 стран. Лучшие алгоритмы превзошли средние показатели дерматологов как по чувствительности, так и по специфичности в задаче диагностики меланомы.

Прогресс в области ИИ-диагностики кожных новообразований не ограничивается лишь повышением точности классификации. Современные системы также развиваются в направлении:

1. Объяснимости результатов - применение методов, визуализирующих области изображения, наиболее значимые для принятия решения [18].
2. Оценки неопределенности - количественное определение уверенности алгоритма в своих предсказаниях [19].
3. Многозадачности - одновременное решение нескольких связанных задач, например, классификации, сегментации и определения прогностических факторов [20].

Несмотря на впечатляющие результаты в исследовательской среде, внедрение ИИ-систем в повседневную клиническую практику сталкивается с рядом проблем. Одним из основных вызовов является различие между условиями разработки алгоритмов и реальной клинической практикой. Большинство исследований проводится на тщательно отобранных, высококачественных изображениях, что может не отражать разнообразие случаев в клинической практике [21].

Несколько подходов рассматриваются для эффективной интеграции ИИ в клиническую работу:

1. Системы поддержки принятия решений - ИИ предоставляет рекомендации, оставляя окончательное решение за врачом. Такой подход показал повышение точности диагностики даже у неопытных клиницистов [22].
2. Автоматический скрининг - ИИ используется для предварительной сортировки случаев, определяя потенциально злокачественные новообразования для приоритетного рассмотрения специалистами [23].
3. Телемедицинские решения - комбинация мобильных приложений с ИИ-алгоритмами для первичной оценки кожных новообразований в районах с ограниченным доступом к дерматологам [24].

Примером успешной интеграции является система, разработанная компанией SkinVision, которая получила сертификацию CE для использования в Европе. Приложение позволяет пользователям фотографировать подозрительные новообразования и получать автоматическую оценку риска. По данным компании, точность системы составляет более 95% для меланомы [25].

Внедрение ИИ-систем в клиническую практику требует соответствия строгим регуляторным требованиям. В США FDA разработало рамочную концепцию для регулирования программного обеспечения как медицинского устройства (SaMD), включая системы искусственного интеллекта [26]. В 2019 году FDA одобрило первую автономную ИИ-систему для медицинской диагностики (для выявления диабетической ретинопатии), что создало прецедент для будущих одобрений в области дерматологии.

Телемедицина представляет собой одно из наиболее перспективных направлений применения ИИ в дерматологии. Комбинация мобильных технологий и алгоритмов искусственного интеллекта позволяет проводить первичную оценку кожных новообразований без непосредственного участия

специалиста, что особенно актуально для регионов с ограниченным доступом к дерматологической помощи [38].

Мобильные приложения, такие как SkinVision, DermEngine и MoleMapper, используют ИИ для анализа фотографий, сделанных на смартфон, и предоставления рекомендаций относительно необходимости обращения к врачу [39]. Исследования показывают, что такие приложения могут значительно повысить раннее выявление меланомы. Например, в исследовании, проведенном в Нидерландах, использование приложения SkinVision привело к увеличению частоты выявления меланомы на ранних стадиях на 34% [40].

Заключение. Искусственный интеллект демонстрирует значительный потенциал в области диагностики меланомы и других новообразований кожи. Современные алгоритмы достигают точности, сопоставимой или превосходящей результаты опытных дерматологов, особенно при анализе дерматоскопических изображений. Это открывает возможности для более раннего выявления злокачественных новообразований, снижения количества ненужных биопсий и улучшения доступа к специализированной диагностике.

Однако путь от впечатляющих исследовательских результатов до широкого клинического применения сопряжен с рядом вызовов. Необходимо решить проблемы обобщаемости алгоритмов на разнородные популяции, интерпретируемости результатов, интеграции в клинические рабочие процессы, а также этические и регуляторные вопросы.

Будущее ИИ в дерматоонкологии, вероятно, будет характеризоваться развитием мультимодальных систем, которые интегрируют различные типы данных и обеспечивают персонализированную оценку риска. Важно подчеркнуть, что искусственный интеллект следует рассматривать не как замену клиницисту, а как инструмент, расширяющий его возможности и помогающий в принятии более информированных решений.

Для реализации полного потенциала ИИ в диагностике кожных новообразований необходимо тесное сотрудничество между специалистами в области дерматологии, информатики, этики и права, а также активное вовлечение пациентов в процесс разработки и внедрения этих технологий.

Список литературы

1. World Health Organization. Skin cancers. WHO Global Cancer Observatory. 2020.
2. American Cancer Society. Cancer Facts & Figures 2023. Atlanta: American Cancer Society; 2023.
3. Dinnes J, Deeks JJ, Chuchu N, et al. Dermoscopy, with and without visual inspection, for diagnosing melanoma in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2018;12:CD011902.
4. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018;18(8):500-510.
5. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature. 2017;542(7639):115-118.
6. Haenssle HA, Fink C, Schneiderbauer R, et al. Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists. Ann Oncol. 2018;29(8):1836-1842.
7. Nachbar F, Stolz W, Merkle T, et al. The ABCD rule of dermoscopy. High prospective value in the diagnosis of doubtful melanocytic skin lesions. J Am Acad Dermatol. 1994;30(4):551-559.
8. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. Nature. 2015;521(7553):436-444.
9. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. Commun ACM. 2017;60(6):84-90.

10. Han SS, Park I, Chang SE, et al. Augmented Intelligence Dermatology: Deep Neural Networks Empower Medical Professionals in Diagnosing Skin Cancer and Predicting Treatment Options for 134 Skin Disorders. *J Invest Dermatol.* 2020;140(9):1753-1761.
11. 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.
12. Brinker TJ, Hekler A, Enk AH, et al. Deep learning outperformed 136 of 157 dermatologists in a head-to-head dermoscopic melanoma image classification task. *Eur J Cancer.* 2019;113:47-54.
13. Kose K, Alessi-Fox C, Gill M, et al. A machine learning method for identifying morphological patterns in reflectance confocal microscopy mosaics of melanocytic skin lesions in-vivo. *Sci Rep.* 2020;10(1):7155.
14. Yap J, Yolland W, Tschandl P. Multimodal skin lesion classification using deep learning. *Exp Dermatol.* 2018;27(11):1261-1267.
15. Tschandl P, Rosendahl C, Akay BN, et al. Expert-Level Diagnosis of Nonpigmented Skin Cancer by Combined Convolutional Neural Networks. *JAMA Dermatol.* 2019;155(1):58-65.
16. Liu X, Faes L, Kale AU, et al. A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health.* 2019;1(6):e271-e297.
17. Tschandl P, Rinner C, Apalla Z, et al. Human-computer collaboration for skin cancer recognition. *Nat Med.* 2020;26(8):1229-1234.
18. Young K, Booth G, Simpson B, Dutton R, Shrapnel S. Deep neural network or dermatologist? In: *Interpretable Machine Learning for Health*; 2019.
19. Combalia M, Codella NCF, Rotemberg V, et al. BCN20000: Dermoscopic Lesions in the Wild. 2019. arXiv:1908.02288.

20. Gessert N, Nielsen M, Shaikh M, Werner R, Schlaefer A. Skin lesion classification using ensembles of multi-resolution EfficientNets with meta data. MethodsX. 2020;7:100864.