

<https://doi.org/10.29296/25877305-2018-06-06>

ДИАГНОСТИКА МЕЛАНОМЫ КОЖИ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

А. Мелерзанов, кандидат медицинских наук,
Д. Гаврилов, кандидат технических наук
Московский физико-технический институт
(государственный университет)
E-mail: gavrilo@gmail.com

Представлена система классификации кожных заболеваний по фотографии, разработанная с использованием алгоритмов, построенных на сверточных нейронных сетях глубокого обучения. Метод позволяет проводить автоматизированную диагностику кожных новообразований с точностью не менее 91%.

Ключевые слова: онкология, глубокие сверточные нейросети, диагностика меланомы, техническое зрение, телемедицина.

Для цитирования: Мелерзанов А., Гаврилов Д. Диагностика меланомы кожи с помощью сверточных нейронных сетей глубокого обучения // Врач. – 2018; 29 (6): 31–33. <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-06-06>

Меланома – злокачественная опухоль преимущественно кожной локализации; это наиболее часто встречающееся смертельно опасное заболевание кожи, составляющее от 1 до 4% всех онкологических диагнозов [1]. При этом на рак кожи всех видов приходится <10% онкологической заболеваемости [2]. В 2007 г. в России из 475 тыс. случаев впервые установленного злокачественного новообразования >67 тыс. (13,6%) наблюдений касались опухолей кожи и мягких тканей; чаще это были локализованные формы [3].

Согласно прогнозу [4], только в США в 2017 г. ожидался рост заболеваемости меланомой более чем на 87 тыс. случаев [4]. Высокую смертность при заболевании меланомой можно объяснить несвоевременной диагностикой, поскольку на ранних ее стадиях, как правило, болезненные симптомы отсутствуют. В то же время хирургическое лечение дает хорошие прогностические результаты [5] именно при ранней диагностике заболевания. При высокой агрессивности меланомы и ее биологической склонности к раннему метастазированию при отсроченном хирургическом лечении, как правило, получить желаемый результат не удастся.

Распространенная меланома с трудом поддается лечению существующими методами. Несмотря на то, что с развитием иммуноонкологии медиана выживаемости при метастатической форме меланомы превысила 12 мес, общая выживаемость остается сравнительно невысокой [6].

В соответствии с данными Американской ассоциации рака (American Cancer Society) [7], существует прямая корреляция между моментом обнаружения меланомы и, соответственно, началом лечения и выживаемостью (см. таблицу).

Несмотря на некоторую парадоксальность статистических данных, диагностика меланомы на I стадии, бесспорно, обеспечивает максимальную выживаемость. С учетом влияния на заболеваемость солнечной радиации и фототипа кожи можно заключить, что основным средством борьбы с заболеваемостью меланомой является первичная профилактика в виде защиты от избыточной инсоляции. В борьбе со смертностью от меланомы на первый план выходит вторичная профилактика или превентивная медицина, включающая своевременные осмотры, терапию, а также контроль распространения и рецидивов.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Рассмотрим современные подходы при превентивной медицине и их влияние на процесс возникновения и распространения меланомы вне первичного очага.

По данным литературных источников, регулярные самостоятельные обследования пациентов наряду с врачебными осмотрами способствуют своевременному обнаружению заболеваний кожи, что снижает смертность на 63% [8]. При использовании современных методов даже в случае самодиагностики степень обнаружения меланомы достаточно высока – 33% (для сравнения: при обращении к врачу в рамках общего обследования без применения специализированных технических средств – 36%) [9].

Полученные данные позволяют утверждать, что повышение информированности населения с более

Выживаемость пациентов с меланомой с учетом стадии заболевания [7]; %		
Стадия меланомы	Выживаемость	
	5-летняя	10-летняя
IA	97	95
IB	92	86
IIA	81	67
IIB	70	57
IIC	53	40
IIIA	78	68
IIIB	59	43
IIIC	40	24
IV	15–20	10–15

ответственным подходом к самообследованию при появлении атипичных кожных образований существенно сокращает сроки первичной диагностики и позволяет своевременно обратиться к врачу-дерматологу для получения медицинской помощи. Самостоятельный осмотр особенно актуален с учетом огромной территории Российской Федерации и недостаточного покрытия специальной врачебной помощью малодоступных регионов.

Большинство населения России относится к 1–2 фототипу кожи по классификации Фитцпатрика [4]. Особенность данного фототипа в том, что кожа генетически не приспособлена к повышенному уровню ультрафиолетового облучения (УФО) и наиболее склонна к возникновению меланомы. При этом многие, проводя, например, летний отпуск в регионах с повышенной инсоляцией, не заботятся о должной защите кожных покровов. У большинства населения нет достаточных знаний и навыков для самостоятельного обнаружения пигментных образований с высоким риском образования меланомы. Отсюда особую актуальность приобретает разработка специальных систем первичной диагностики, предусматривающих возможность определения степени риска новообразования по фотографии (при необходимости изображение отправляют специалисту).

МЕТОД

Существуют различные методы визуальной диагностики злокачественных новообразований кожи в условиях клиники. Развитие цифровых технологий, использование методов компьютерной обработки изображений позволяет совершенствовать неинвазивную диагностику и повышать информативность дерматоскопической картины. В настоящее время существуют компьютерные программы и различные экспертные системы интеллектуальной поддержки принятия решений, предназначенные для помощи дерматологам в решении диагностических задач, позволяющие при необходимости проводить также удаленное консультирование. Тем не менее применение цифровых дерматоскопов требует определенных условий и навыков для получения снимков надлежащего качества. В случае использования таких современных методов диагностики, как конфокальная микроскопия или спектрофотометрическое мультиспектральное интрадермальное сканирование [10], необходимо наличие квалифицированного медицинского персонала. Кроме того, в существующих условиях, несмотря на принятие закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья», вступившего в силу с 01.01.18, остается много вопросов, связанных с дистанционным консультированием.

Таким образом, остается актуальность проблемы разработки надежного метода первичной диагностики, позволяющего оценивать риск, давать рекомендации по уточнению диагноза, а также применимого в ежедневной клинической практике в амбулаторных условиях и доступного для проведения самодиагностики.

С целью решения проблемы диагностики меланомы на ранней стадии в МФТИ разработана система на основе искусственного интеллекта, позволяющая автоматически определять с вероятностью не менее 90% наличие меланомы при получении фотоснимка с помощью мобильного устройства не в лабораторных условиях (при различных вариантах освещения, углах съемки, характеристики средств для фотосъемки). Предлагаемая система основана на обработке фотоснимков с помощью разработанных авторских алгоритмов на основе искусственных нейронных сверточных сетей, возможности которых по классификации изображений существенно превосходят возможности человека [11].

Нейронная сеть обеспечивает автоматическое выделение из множества данных наиболее важных признаков и скрытых закономерностей, необходимых для решения поставленной задачи. Применительно к медицинской диагностике меланомы кожи нейросети позволяют значительно повысить специфичность визуальных неинвазивных методов без снижения их чувствительности.

Для создания системы диагностики кожных заболеваний использован подход, известный как «перенос обучения», или transfer learning [12]. Такой подход позволяет не проводить обучение нейронной сети с нуля, а использовать в качестве основы готовую предварительно обученную сеть. В основе разработанной системы лежит нейронная сеть с архитектурой Inception v.3 [13], демонстрирующая высокое качество классификации различных изображений в соревновании ILSVRC (Image Net Large Scale Visual Recognition Challenge) по распознаванию визуальных образов на ImageNet. Подготовка модели классификации изображений выполнена с помощью открытого архива данных ImageNet. Предварительно обученная сеть была перенастроена на классификацию кожных заболеваний.

Сложностью в ходе перенастройки выбранной нейросети стало отсутствие достаточной публичной выборки изображений, которые можно использовать для обучения системы. Наиболее крупный открытый архив изображений кожных новообразований — International Skin Imaging Collaboration (ISIC) содержит достаточное количество данных, полученных при проведении реальных клинических исследований. Однако представленные в данном архиве изображения не имеют единой системы классификации, многие снимки содержат различные шумы и помехи, получе-

ны в условиях недостаточной освещенности. Все это создает определенные сложности для качественного обучения нейросети.

Нами был создан алгоритм, позволяющий проводить обучение нейросети в условиях ограниченной выборки. Для переобучения нейросети и обеспечения возможности классификации пигментных образований использовалась выборка из 10 000 фотографий кожных образований, количество которых с помощью аугментации данных (введения различных искажений с целью увеличения выборки) было расширено до 1 000 000.

Повышение качества распознавания и классификации достигалось с помощью обучения 5 сетей, имеющих идентичную архитектуру, но разные веса. В дальнейшем все обученные сети объединялись в общую систему, принятие решений в которой осуществляется мажоритарным голосованием.

Доработанная нейросеть позволяет проводить исследования дерматоскопических изображений с разрешением $\geq 700 \times 700$ пикселей (в отличие от исходной, работоспособной только при разрешении 300×300 пикселей). Подтвержденная точность распознавания меланомы кожи при этом составляет $>91\%$ с AUC-ROC – 0,96 (ROC-кривая – график, позволяющий оценить качество бинарной классификации), что сопоставимо с результатами диагностики высококвалифицированных врачей. Кроме того, представленная модель позволяет различать злокачественные и доброкачественные образования. Например, точность определения себорейного кератозиса по дерматологической фотографии составляет 97%, AUC-ROC – 0,99.

Представленная система классификации кожных заболеваний по фотографии разработана с использованием алгоритмов, построенных на сверточных нейронных сетях глубокого обучения и позволяет проводить автоматизированную диагностику кожных новообразований с точностью $\geq 91\%$.

В настоящее время система доступна в тестовом варианте по адресу: skincheckup.online. Дальнейшее развитие предложенной модели может осуществляться в направлении создания встроенных систем, WEB- и мобильных приложений.

Авторы заинтересованы в сотрудничестве в области создания прикладных систем технического зрения.

* * *

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Фрадкин С.З., Залуцкий И.В. Меланома кожи / Минск: Беларусь, 2000; 221 с.
2. Снарская Е.С., Молочков В.А. Базалиома / М.: Медицина, 2003; 136 с.
3. Харатишвили Т.К., Тюляндин С.А., Хатырев С.А. Возможности лечения местнораспространенного рака кожи // *Вопр. онкологии.* – 2005; 51 (3): 385–7.
4. Institute N. Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER). Program Cancer Statistics Review, 1975–2013 [Electronic resource] / SEER, 2015.
5. Erdei E., Torres S. A new understanding in the epidemiology of melanoma // *Exp. Rev. Anticancer Ther.* – 2010; 10 (11): 1811–23.
6. Filippi A., Fava P., Badellino S. et al. Radiotherapy and immune checkpoints inhibitors for advanced melanoma // *Radiother. Oncol.* – 2012; 120 (1): 1–12.
7. Survival Rates for Melanoma Skin Cancer, by Stage. [Electronic resource]. URL: <https://www.cancer.org/cancer/melanoma-skin-cancer/detection-diagnosis-staging/survival-rates-for-melanoma-skin-cancer-by-stage.html>
8. Berwick M., Begg C., Fine J. et al. Screening for cutaneous melanoma by skin self-examination // *J. Natl. Cancer Inst.* – 1996; 88 (1): 17–23.
9. De Giorgi V., Grazzini M., Rossari S. et al. Is skin self-examination for cutaneous melanoma detection still adequate? A retrospective study // *Dermatology.* – 2012; 225 (1): 1–6.
10. Малишевская Н.П., Соколова А.В. Современные методы неинвазивной диагностики меланомы кожи // *Вестн. дерматол. и венерол.* – 2014; 4: 46–53.
11. Gavrilo D. Artificial intelligence-AI image recognition for healthcare. 16 AMWC. Monaco, 2018; p. 84–5.
12. Torrey L., Shavlik J. Transfer Learning. Handbook of Research on Machine Learning Applications and Trends: Algorithms, Methods, and Techniques / IGI Global, 2009; 242–64 p.
13. Shlens J. Train your own image classifier with Inception in TensorFlow [Electronic resource]. 2016. URL: <https://research.googleblog.com/2016/03/train-your-own-image-classifier-with.html> (accessed: 24.01.2018).

MELANOMA DIAGNOSIS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS OF DEEP LEARNING

A. Melerzanov, Candidate of Medical Sciences; **D. Gavrilo**, Candidate of Technical Sciences

Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

The paper gives the skin disease classification system by photographs, which has been developed using the algorithms based on convolutional neural networks of deep learning. The method allows the automated diagnosis of skin tumors with at least 91% accuracy.

Key words: oncology, deep convolutional neural networks, melanoma diagnosis, computer vision, telemedicine.

For citation: Melerzanov A., Gavrilo D. Melanoma diagnosis using convolutional neural networks of deep learning // *Vrach.* – 2018; 29 (6): 31–33. <https://doi.org/10.29296/25877305-2018-06-06>