

УДК 615.471:617.7

А. З. Яфаров*

кандидат технических наук, доцент

Н. А. Железняк*

магистрант

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖНОГО ПОКРОВА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕЛАНОМЫ

Рассмотрены современные методы выявления одного из самых распространенных злокачественных новообразований кожного покрова – меланомы кожи. Проведен анализ метода дерматоскопии, а также существующих принципов визуального анализа новообразований кожного покрова. Рассмотрены пути автоматизации анализа для повышения качества выявления новообразований. Предложена методика выявления меланомы, дополняющая существующие медицинские методики и позволяющая повысить качество выявления меланомы путем реализации автоматизированного анализа новообразований кожного покрова.

Ключевые слова: новообразование кожного покрова, меланома, невус, онкологические заболевания, дерматоскопия, методы визуального анализа, автоматизация анализа.

A. Z. Yafarov*

PhD Sc. Tech., Associate Professor

N. A. Zheleznyak*

Postgraduate Student

*St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

AUTOMATION OF VISUAL METHODS FOR THE ANALYSIS OF NEOPLASMS OF THE SKIN FOR THE DETECTION OF MELANOMA

Excluded modern methods of detection of one of the most identified malignant neoplasms of the skin – melanoma of the skin. The analysis of the method of dermatoscopy, as well as the short-term application of the analysis of the neoplasm of the skin, was carried out. Possible diagnostic options for assessing the quality of the neoplasm. A melanoma detection procedure is proposed that performs the processing of medical procedures and improves the quality of melanoma detection, allowing proper analysis of the skin neoplasm.

Keywords: neoplasm of the skin, melanoma, nevus, oncological diseases, dermatoscopy, methods of visual analysis, automation of analysis.

Онкологические заболевания в современном мире остаются одной из основных причин потери работоспособности, ухудшения качества жизни и смертности среди неинфекционных заболеваний [1]. Проблема разработки эффективных методов диагностики онкологических заболеваний не теряет своей актуальности. Среди перспективных подходов к ее решению рассматривается как разработка принципиально новых методов диагностики предвестников развития онкологических заболеваний, так и автоматизация существующих методов выявления новообразований. И если для новообразований, находящихся внутри тела человека, успешно применяются методы медицинской интроскопии [2], то для выявления новообразований

кожного покрова преобладает визуальный анализ кожного покрова специалистами при проведении врачебного осмотра.

Одной из самых агрессивных злокачественных новообразований кожи является меланома [1]. Меланома, как новообразование, развивается из меланоцитов, которые представляют собой пигментные клетки, расположенные в поверхностном слое кожи (эпидермисе). Важной отличительной чертой злокачественного новообразования кожи – меланомы является невыраженная реакция организма на ее появление. Вследствие этого меланома прогрессирует незаметно, не вызывая у человека даже мысли о том, что идет развитие опасного новообразования до проявления серьезных клинических эффектов

от него. Самостоятельная диагностика меланомы как анализ пигментных образований на кожном покрове, называемых невусами, затруднена тем, что критерии обнаружения меланомы представлены исключительно словесным описанием внешнего вида и характерными фотографиями новообразований. Соотнесение фотографий и описаний с пигментными образованиями для неподготовленного человека является непростой задачей и потому становится основным препятствием для самостоятельного выявления новообразований на ранней стадии.

Современные методы выявления меланомы на ранних стадиях развития можно разделить на два крупных класса: визуальный и лабораторный анализ. Методы лабораторного анализа позволяют установить точный характер новообразования. Такими методами являются биопсия новообразования, анализ на онкомаркеры или гистологическое исследование [3]. Методы лабораторного анализа используют при точной постановке диагноза, направление на данные исследования выдает лечащий врач. Однако развитие меланомы зачастую происходит незаметно для пациента, поэтому первичными методами диагностики опухоли являются визуальные методы, которые основываются на осведомленности врача о характере развития меланомы и метода дерматоскопии, позволяющего оценить степень проникновения новообразования в ткани.

На более поздних стадиях развития злокачественного новообразования кожи используют различные виды сканирования, такие как компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография и сцинтиграфия. Данные методы позволяют установить объем распространения опухоли по организму пациента, так как меланома способна метастазировать в различные области человеческого организма [4].

Методы выявления меланомы довольно обширны, но, к сожалению, автоматизированных систем принятия решения, анализирующих изображения новообразования, не существует. Поэтому выявить злокачественную опухоль на ранней стадии развития затруднительно, так как методы диагностики и осведомленность пациентов об опасном заболевании недостаточно распространены и развиты. Автоматизированные системы позволят пациентам и врачам с точностью определять важные параметры новообразования, характеризующую меланому кожи, а также помогут осуществить процесс принятия решения. Удаление меланомы на ранних стадиях развития способствует благоприятному устранению злокачественного ново-

образования. Начальная диагностика меланомы построена только на визуальном осмотре кожного покрова пациента, в том числе с применением специальных инструментов, на этом основан метод дерматоскопии.

До появления дерматоскопа исследование невусов осуществлялось при помощи обычной лупы, что существенно затрудняло качественное определение злокачественного новообразования кожи, так как было достаточно неинформативным [5]. Дерматоскопия позволяет провести оценку поверхностных структур невуса и кожи вокруг него, а также цвета, распределение пигмента и немеланоцитарных структур, используя отраженный свет, и определить показания для оперативного лечения новообразования. Изображения, в которых присутствует серо-голубой оттенок и асимметрия, являются факторами, определяющими показания для удаления невуса. При дерматоскопии может быть идентифицировано шесть цветов, из них четыре цвета объясняются наличием меланина, белый происходит из-за регрессивных изменений новообразования, красный вызван воспалением. Желтый цвет показывает нормальный, здоровый эпидермис.

В зависимости от распределения меланина в различных слоях кожи цвет меняется. Депозиция меланина в базальном слое кожи дает коричневый цвет, в роговом слое – черный. Зоны регресса меланомы, наблюдаемые при дерматоскопии как белая область, становятся наиболее заметными. Область считается белой если она светлее, чем нормальный эпидермис, то есть светлее желтого [3]. Таким образом, дерматоскопия позволяет увидеть признаки меланомы довольно четко и ясно, но проводить такие исследования может только высококвалифицированный специалист.

Анализ современных методов выявления меланомы позволил представить их в порядке, обеспечивающем наиболее полную диагностическую картину новообразования:

- визуальный осмотр новообразования – выявление признаков меланомы врачом путем соотнесения наблюдаемых параметров невуса и известных параметров меланомы;
- дерматоскопия позволит оценить характер новообразования и его проникновение на поверхность кожи и в ткани;
- гистологическое исследование новообразования установит характер новообразования с использованием лабораторных средств диагностики;
- сканерные и интроскопические методы обнаружения позволят установить распростране-

ние опухоли по всему организму человека, обнаружить метастазы.

Данные методы являются качественными способами определения злокачественного новообразования и помогают обнаружить опухоль как на ранних, так и на поздних стадиях развития. Развитие меланомы часто бывает бессимптомным и стремительным, поэтому очень важно проводить визуальный анализ новообразований как можно чаще и наблюдаться у врача-дерматолога, как минимум, раз в год.

Проведенный анализ современных методов выявления меланомы позволил сделать вывод, что диагностика меланомы осуществляется преимущественно визуально и качество выявления меланомы на ранних стадиях находится в значительной зависимости от опыта и загруженности медицинского специалиста, осуществляющего диагностические исследования. Перевод анализируемых параметров при визуальном анализе в объективную форму анализа параметров медицинского изображения кожного покрова, полученного в строго регламентированных условиях, повысит качество выявления меланомы, при этом снизит риск ошибки вследствие человеческого фактора и нагрузку на медицинского специалиста, осуществляющего ведение множества пациентов.

В интересах формализации критериев выявления новообразований и последующей автоматизации принятия решений были проанализированы наиболее значимые критерии выявления меланомы. При визуальном осмотре злокачественного новообразования принято выделять качественные параметры невуса, сигнализирующие о развитии опасной опухоли. Для диагностики меланомы кожи была разработана система «ABCDE», на которую опираются многие медицинские представители. Она подразумевает под собой алгоритм пошагового осмотра невуса, в нее включены следующие аббревиатуры [4]:

- асимметрия родинки (одна половинка родинки не соответствует другой);
- неровность края (границы родинок неровные, зазубренные, нечеткие);
- изменение цвета (неодинаковый цвет разных частей родинки);
- изменение диаметра (диаметр родинки более 6 мм);
- возвышение над уровнем кожи и/или любое изменение родинки, произошедшее за последнее время (минимум на протяжении 2 месяцев).

При развитии меланомы на ранней стадии необязательно изменение всех представленных параметров, достаточно одного-двух признаков или отличительных черт от других новообразо-

ваний для обращения к специалисту. Необходимо отметить, что изменение одного или нескольких параметров может как сигнализировать о развитии заболевания, так и быть обычным изменением новообразования, в котором не развивается меланома кожи.

Автоматизация методики обнаружения злокачественных новообразований кожного покрова в совокупности с методами, позволяющими определить меланому на ранней стадии развития, должно позволить повысить процент выявления злокачественной опухоли на ранних сроках и улучшить прогноз состояния человека. Предполагается, что разработанная методика дополнит существующие методы обнаружения меланомы и станет основой повышения доступности для граждан скрининга новообразований кожного покрова.

В интересах повышения качества выявления новообразований кожного покрова, опираясь на существующие медицинские критерии принятия диагностических решений, была разработана автоматизированная методика анализа медицинских изображений кожного покрова, полученных в строго регламентированных условиях для обеспечения корректности анализа параметров новообразований. Разработанная методика выявления меланомы путем выявления изображений невусов, имеющих параметры меланомы, основана на формализованных критериях принятия диагностических решений, выявленных при анализе структуры классических визуальных методов, представленная на рис. 1 и включает в себя:

- подготовку изображения для обработки. На этом этапе производится фотографирование новообразования согласно требованиям, последующая загрузка в директорию анализа и присвоение идентификатора пациента для последующего анализа с помощью специального программного обеспечения для ЭВМ;
- запуск специального программного обеспечения. Для обеспечения корректного анализа необходимо проверить качество анализируемого изображения. После этого производится автоматизированное определение параметров новообразования и вывод результатов применения автоматизированного режима анализа;
- верификацию полученных результатов врачом-специалистом, позволяющую проверить правильность автоматического выявления диаметра и асимметрии и при необходимости провести их переразметку в удобной форме графического интерфейса пользователя;
- вывод результата – в виде гистограммы процентного соотношения вероятности отнесе-

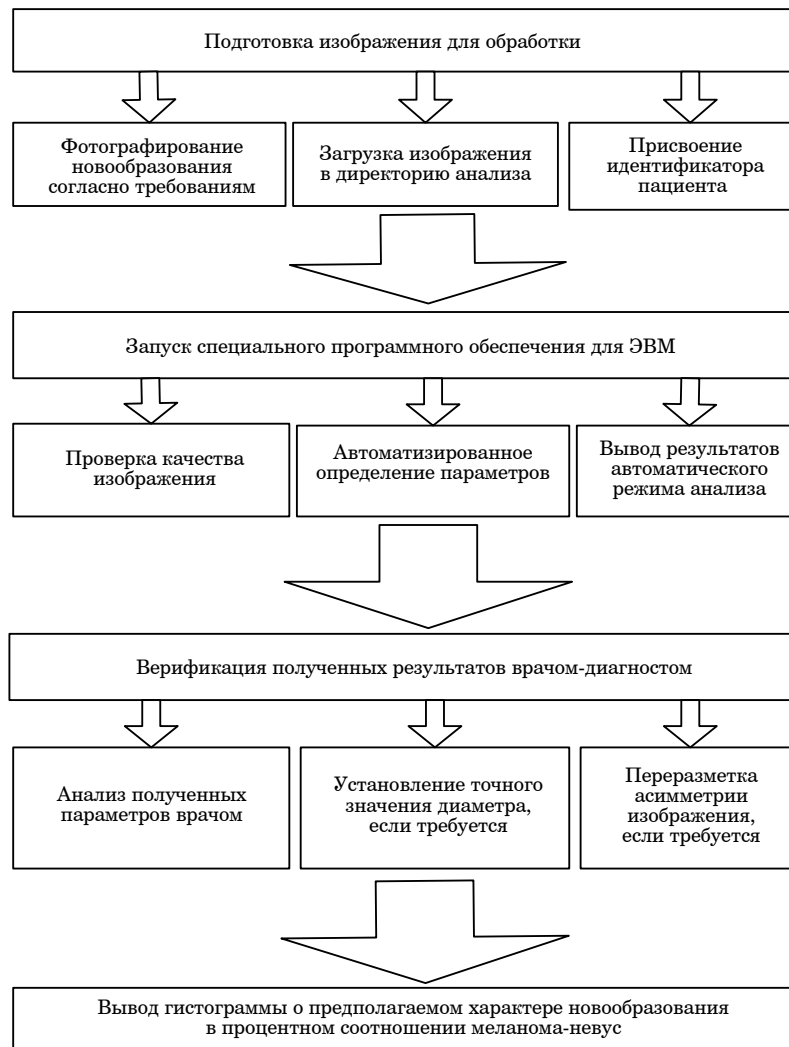


Рис. 1. Методика обнаружения злокачественного новообразования кожи

ния анализируемого новообразования к виду меланомы или к виду невуса.

Результатом реализации методики с помощью разработанного специального программного обеспечения является вывод гистограммы о возможном характере новообразования на теле человека в процентном соотношении меланомы-невуса.

Невус характеризует доброкачественное новообразование, которое не представляет опасности и необходимости в срочной консультации со специалистом, меланома представляет собой злокачественное новообразование, которое важно показать врачу дерматологу или онкологу для точного установления диагноза с последующим обследованием новообразования [6]. Методика учитывает три важных параметра

при выводе гистограммы, соответствующих характеру новообразования.

При разработке данного алгоритма учитывались важные аспекты, которые должны существенно облегчить и автоматизировать процесс принятия решения медицинского специалиста, а также создать условия для вывода наиболее точного результата:

- изображение должно подходить под определенные требования, в противном случае программно-алгоритмическое средство, реализующее методику, будет иметь ошибку вычисления;
- программно-алгоритмическое средство должно подстраиваться под алгоритм принятия решения врача: необходимо создать возможность как автоматизированного определения параметров, так и ручного;

– выделенные параметры новообразования на изображении должны сохраняться при первичной разметке в отдельных файлах, необходимо обновлять файл при внесении изменений, а также сохраненные параметры должны использоваться при вторичной разметке, автоматически подгружаясь при использовании данного изображения повторно;

– гистограмма должна изменяться при изменении выявленных параметров новообразования.

Важно обратить внимание, что предлагаемая методика должна позволить оптимизировать принятие диагностического решения врачом, стать удобным инструментом для полуавтоматического анализа основных параметров новообразований кожного покрова, а также позволить врачу-специалисту ручное изменение интересующих его параметров при необходимости. Вывод результата методики будет иметь строго рекомендательный характер, точный диагноз о развитии новообразования может поставить только врач. Данная методика позволит врачу повысить скорость принятия решения о дальнейшем обследовании новообразования, освободит от измерения параметров новообразования вручную, а также позволит осуществлять сравнительный анализ изображе-

ний новообразований и оценивать динамику их параметров во времени.

Список источников

1. Каприн А. Д. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. М., 2019.
2. Молочков В. А. Меланоцитарные невусы и меланома кожи. М.: Литтера, 2012.
3. Дерматоскопия как метод диагностирования меланомы кожи. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dermatoskopiya-kak-metod-diagnostiki-melanomy-kozhi/viewer> (дата обращения: 22.11.2022).
4. Современные методы диагностики и лечения меланомы. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-diagnostiki-i-lecheniya-melanomy/viewer> (дата обращения: 22.11.2022).
5. Хабиф Т. П. Кожные болезни: Диагностика и лечение / Пер. с англ.; под ред. А. А. Кубановой. М.: МЕДпресс-информ, 2006.
6. Синельников И. Е., Барышников К. А., Демидов Л. В. Клиническая диагностика меланомы кожи // Вестник ФГБУ «РОНЦ им НН Блохина». 2017. С. 68–73.