

УДК 616.5–006.81

Оригинальная статья

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ «МАШИННОГО ЗРЕНИЯ» В ЦИФРОВОЙ ДЕРМАТОСКОПИИ ПРИ ПОДОЗРЕНИИ НА МЕЛАНОМУ КОЖИ

**С. В. Козлов** — ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, заведующий кафедрой онкологии, профессор, доктор медицинских наук; **Е. Ю. Неретин** — ГБУЗ «Самарский областной клинический онкологический диспансер», врач-онколог консультативно-диагностического отделения; **В. В. Куколкина** — ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, студентка.

### “MACHINE VISION” APPLICATION IN DIGITAL DERMOSCOPY FOR SUSPECTED MELANOMA OF THE SKIN

**S. V. Kozlov** — Samara State Medical University, Head of Department of Oncology, Professor, Doctor of Medical Science; **E. Yu. Neretin** — Samara State Medical University, Samara Regional Clinical Oncology Dispensary; **V. V. Kulkolina** — Samara State Medical University, Student.

Дата поступления — 25.02.2014 г.

Дата принятия в печать — 27.05.2014 г.

**Козлов С. В., Неретин Е. Ю., Куколкина В. В.** Перспективы применения «машинного зрения» в цифровой дерматоскопии при подозрении на меланому кожи. Саратовский научно-медицинский журнал 2014; 10(2): 281–285.

В статье рассматривается проблема диагностики меланомы кожи. Актуальность темы подтверждается тем, что ежегодно заболеваемость больных с этой патологией постоянно увеличивается. Многообразие методов диагностики не решает в полной мере проблему ранней диагностики меланомы кожи. *Цель:* изучение возможностей автоматической обработки данных при проведении цифровой дерматоскопии меланомы кожи в специализированном онкологическом центре. Для решения поставленной задачи использовались следующие *материалы и методы:* первичные учетные документации за 16 лет (1996-2010) о впервые выявленном заболевании, годовые отчеты Самарского областного клинического онкологического диспансера, годовые статистические отчеты Государственного статистического комитета. При обработке и прогнозе результатов исследования использовались следующие статистические методы: метод экстраполяции, модель линейной регрессии. Достоверность выявленной закономерности динамики определялась с помощью ошибки регрессии с последующим определением  $t$  и  $p$ . Полученные *результаты* свидетельствуют о более высокой точности диагностики в специализированном центре и преимуществе цифровой дерматоскопии по сравнению с визуальным осмотром, достаточно высокой точности диагностики исследованной экспертной системы. Сделаны *выводы* о возможности применения данной экспертной системы на этапе квалифицированного и специализированного уровней, в качестве «второго мнения» при постановке диагноза и выборе тактики лечения.

**Ключевые слова:** меланомы кожи, заболеваемость, онкология, Самарская область, цифровая дерматоскопия, экспертная система, РДС-1, ПКАД.

**Kozlov SV, Neretin EYu, Kulkolina VV.** “Machine vision” application in digital dermoscopy for suspected melanoma of the skin. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2014; 10(2): 281–285.

This article discusses one of the problems of oncology diagnosis of melanoma. Relevance of the topic has been supported by the fact that the annual incidence of patients with cancer pathology is constantly increasing. Various methods of diagnostics have been determined, but at the same time early diagnosis of melanoma is a problem. *The aim* is to reveal the possibilities of automated data processing during digital dermoscopy of melanoma in a specialized center. To solve this problem, the following *materials and methods* have been used: records for the period of 16 years (1996-2010), annual reports of Samara Regional Clinical Oncology Center of newly diagnosed melanoma of skin, annual statistical reports to the State Statistical Committee. The *results* indicate higher diagnostic accuracy in a specialized center and the advantages of digital dermoscopy in comparison with visual inspection, comparable with a qualified inspection in a specialized center. The article concludes that the possibility of use of this expert system on specialized levels is considered as a secondary factor in the diagnosis and the choice of treatment.

**Key words:** skin melanoma incidence, oncology, the Samara region, digital dermoscopy, expert systems, RDS-1, PKAD.

**Введение.** Необходимость исследований меланодарных новообразований кожи в первую очередь связана с изучением злокачественной мела-

номы. Составляя структурно не более 10% от всех форм рака кожи, она ответственна за 80% летальных исходов, приходящихся на эту группу опухолей [1]. Меланомы кожи относятся к разряду высокозлокачественных опухолей. Еще 30–40 лет назад она была сравнительно редким заболеванием в боль-

**Ответственный автор** — Неретин Евгений Юрьевич  
Тел.: 8-905-301-18-39, 8 (846) 994-76-57 добавочный 1349.  
E-mail: evg.neretin2002@mail.ru

шинстве стран мира. За истекшее время частота возникновения этой болезни значительно увеличилась и продолжает неуклонно возрастать [2].

Одним из методов, позволяющих принимать решения о дальнейшей тактике, может являться использование информационных технологий и экспертных систем для диагностики меланомы. Они позволяют снизить влияние «личного мнения врача», субъективизма при вынесении диагностического решения, систематизируют сбор необходимой информации. Основными направлениями использования компьютерных технологий в дерматологии являются применение средств удаленного консультирования (теледерматологии) и применение интеллектуальной поддержки принятия решений непосредственно на рабочем месте врача. К ним относятся различные компьютерные программы и приложения, экспертные системы.

В настоящее время известно большое количество компьютерных программ, экспертных систем, предназначенных для решения диагностических задач дерматологии [3–5] и дифференциальной диагностики меланомы кожи и других пигментных новообразований кожи [6–10]. Материалом анализа могут быть клинические признаки, собранный анамнез, цифровые изображения новообразований, полученные с помощью цифрового фотоаппарата или дерматоскопа, применение «машинного зрения». Машинное зрение — комплекс методов и алгоритмов, который включает в себя аппаратную часть и программную часть, позволяющую обнаружить и классифицировать различные объекты.

**Цель:** оценить возможности диагностики меланомы кожи за счет использования методов машинной обработки при цифровой дерматоскопии.

**Материал и методы.** Исходными материалами для исследования явились первичные учетные документы за 16 лет (1996–2010) о впервые выявленном заболевании «меланома кожи» (амбулаторная карта пациента, форма № 025/у-04, извещение о впервые выявленном злокачественном новообразовании, форма № 090/у, протокол запущенности, форма № 027–2/у, регистрационная карта больного со злокачественным образованием, форма № 030–6/ГРР, годовые отчеты Самарского областного клинического онкологического диспансера (форма № 7, форма № 35).

На первом (предварительном) этапе проведен ретроспективный анализ качества диагностики, основанный на данных обследования (опрос и осмотр) и лечения 1385 больных: 494 мужчин (35,67%) и 891 женщин (64,33%) в возрасте 20–85 лет (средний возраст 53,99 года), с различными доброкачественными и злокачественными новообразованиями кожи за период с января по декабрь 2008 г. (табл. 1).

Эти пациенты были направлены из общей лечебной сети в ГБУЗ СОКОД, где были обследованы, а затем прооперированы с обязательным гистологическим исследованием удаленного новообразования. Результаты предоперационной диагностики сопоставлялись с гистологическим заключением, использованным в качестве референтного метода.

Проведено распределение больных с диагностированной меланомой кожи в зависимости от формы опухоли (классификация по Кларку, 1969). Установлено, что чаще выявлялись узловатая и поверхностно-распространяющаяся формы (табл. 2). У абсолютного большинства больных (85,32%) имелись данные формы меланомы.

У 26 пациентов (23,85%) меланома локализовалась на коже головы и шеи, у 42 (38,53%) на туловище, у 20 (18,35%) на верхней конечности, у 21 (19,27%) на нижней конечности.

На втором (основном) этапе исследования с января 2013 по декабрь 2013 г. в ГБУЗ СОКОД было проведено комплексное обследование и лечение 250 больных с различной патологией кожи: 90 мужчин (36,00%) и 160 женщин (64,00%), в возрасте 20–85 лет (средний возраст 47,89 года). Данные комплексной дооперационной диагностики сопоставлялись с результатом гистологического исследования, который и был использован в качестве референтного.

Предоперационный инструментальный объем исследования включал ультразвуковое исследование органов брюшной полости, ультразвуковое исследование периферических лимфоузлов, рентгенографию органов грудной клетки, обычное фотографирование, фотографирование с увеличением, цифровую дерматоскопию.

В зависимости от визуальной макроскопической картины выявленной патологии и характера опухолевого процесса все пациенты были разделены на 2 группы (табл. 3).

Таблица 1

**Характеристика ретроспективной группы пациентов в зависимости от характера новообразования кожи, верифицированного гистологическим исследованием**

Новообразование кожи	Число больных	
	Абс.	В %
Меланома кожи	109	7,87
Другие злокачественные новообразования кожи	396	28,59
Доброкачественные новообразования кожи	880	63,54
Итого	1385	100,00

Таблица 2

**Распределение больных в зависимости от формы роста меланомы кожи**

Форма роста (морфологический тип)	Число больных	
	Абс.	В %
Узловая меланома (нодулярная)	48	44,04
Поверхностно-распространяющаяся	45	41,28
Лентиго-меланома	11	10,09
Акрально-лентигозная	5	4,59
Итого	109	100,00

Таблица 3

**Характеристика основной группы больных в зависимости от новообразования кожи**

Новообразование	Число больных	
	Абс.	В %
Меланома кожи	46	18,40
Доброкачественные новообразования кожи	204	81,6
Итого	250	100

В исследовании при проведении дерматоскопии использовались аппарат РДС-1 и поставляемый с ним программный модуль анализа — программный комплекс аппаратной диагностики (ПКАД), дерматоскоп фирмы DeltaHeine 20, при анализе дерматоскопических элементов использовался алгоритм, предложенный Kittler.

**Физикальное обследование.** Опрос жалоб начинался с внимательного и доброжелательного выслушивания вольного изложения их больным. При выявлении жалоб была важна не только их констатация, но и их конкретизация. Пациенту ставились четкие и понятные вопросы. Выявлялись индивидуальные факторы риска развития меланомы кожи. Оценивались субъективные ощущения в области пигментного новообразования, динамика роста опухоли, влияние различных факторов (инсоляция, травматизация, самолечение и т.д.).

Больного осматривали при ярком искусственном рассеянном освещении теплым светом (3000–3500 К) с использованием при необходимости бокового подвижного источника света и увеличительного стекла ( $\times 10$ ). Температура воздуха в кабинете составляла 22–25 °С.

**Тотальное фотографирование кожных покровов.** Для объективизации диагноза и сохранения информации выполнялось тотальное фотографирование кожных покровов в положении пациента лежа на спине и на животе с использованием цифровой фотокамеры Nikon Coolpix 5700.

Фотографирование проводили в обычном режиме, чтобы была видна локализация образования на теле пациента, затем при максимальном приближении к опухоли (оптическая функция «Zoom 8x») с целью подробного анализа в условиях макросъемки. Все выявленные новообразования кожи после фотографирования вводились в базу данных персонального компьютера врача, выводились на монитор с необходимым увеличением и анализировались с применением правил ABCDE.

**Цифровая дерматоскопия.** Для дерматоскопии использовался дерматоскоп Heine Delta 20 («Heine Optotechnik», Германия) и специальное масло для иммерсии («Heine Optotechnik», Германия). Данный дерматоскоп имеет следующие характеристики: 1) 10-кратное увеличение без искажения по всей исследуемой поверхности за счет системы ахроматических линз; 2) светодиодное равномерное бестеневое освещение с наличием 6 основных источников освещения и 3 дополнительных источников для бокового освещения; 3) диапазон коррекции фокусировки от –6 до +6 диоптрий; 4) рукоятка Beta R со сменным блоком автономного питания.

Иммерсионное масло Heine наносили тонким равномерным слоем на опухоль и на объектив дерматоскопа. Включали освещение объектива и при помощи кольца окуляра регулировали резкость до комфортных значений. Плотно прижав объектив прибора к новообразованию, рассматривали и анализировали изображение. Далее проводили цифровую дерматоскопию с помощью цифровой фотокамеры Nikon Coolpix 8400, соединенной с окуляром дерматоскопа. Фотографирование проводили, увеличив изображение так, чтобы оно заняло все поле зрения. Фотографировали объект при максимальном (шести-диодном) освещении объекта и единожды установленными функциями фотокамеры. Это необходимо для стандартизации полученных изображений. Оценку размеров всего новообразования и отдельных его

деталей проводили с помощью шкалы дерматоскопа с миллиметровыми делениями.

Полученное изображение выводили на монитор компьютера и просматривали в режиме различных увеличений. Высокое качество и разрешение при дерматоскопии (10,2 мегапикселя) позволяло увеличивать изображение на экране в 3–5 раз, а по сравнению с истинными размерами кожного образования в 80–100 раз без потери качества и информативности. Диагностика основывалась на выявлении дерматоскопических феноменов и оценке их цветовых характеристик.

Применялся двухэтапный алгоритм обследования, предложенный на Первом Всемирном конгрессе по дерматоскопии (Рим, 2001) для дифференциальной диагностики пигментных поражений кожи. В пользу меланоцитарной природы очага поражения свидетельствует обнаружение в дерматоскопической картине следующих диагностических критериев: пигментной сетки, гранул или точек, разветвляющихся полос. Отсутствие в дерматоскопической картине очага поражения указанных выше трех дерматоскопических элементов позволяет исключить меланоцитарную природу исследуемого пигментного поражения кожи.

Для оценки дерматоскопической картины меланоцитарного образования нами использовались дерматоскопические алгоритмы ABCDE, предложенные Kittler и соавторами в 1999 г.:

**Параметр А** — асимметричность пигментного образования по цвету, контуру, структурным компонентам. Данный параметр определяется путем разделения новообразования двумя перпендикулярными линиями и сравнения полученных половин: правой с левой, верхней с нижней. При полной симметрии  $A=0$ , при асимметрии в одной половине  $A=1$ , в двух —  $A=2$ .

**Параметр В** — границы образования. Он оценивался путем разделения новообразования на 8 равных секторов. Сектору, где пигментация резко обрывается, присваивается один балл. Таким образом, количество баллов при оценке данного параметра может варьировать от 0 до 8.

**Параметр С** — цвет. Каждому из цветов, имеющих в новообразовании, присваивается по 1 баллу. Максимальное количество баллов — 6.

**Параметр D** — дерматоскопические феномены. Пигментная сеть, пигментные глыбки (диаметр  $> 0,1$  мм), точки (диаметр  $< 0,1$  мм), радиальные лучи, бесструктурные участки. Максимальное количество баллов — 5.

**Параметр E** — изменение клинической картины по размеру, цвету, форме, появлению кровотоочивости и изъязвлению поверхности.

Вычисление дерматоскопического индекса (ДИ) для интерпретации меланоцитарного образования проводилось согласно правилу ABCDE по специальной формуле:

$$ДИ = (A \times 1,3) + (B \times 0,1) + (C \times 0,5) + (D \times 0,5).$$

Для оценки результатов дерматоскопического исследования учитывались коэффициенты, предложенные Kittler и коллегами в 1999 г. Общий дерматоскопический индекс с учетом параметра E (ABCDE) составляет: при наличии клинических изменений: ОДИ ABCD+1,2; при отсутствии клинических изменений: ОДИ ABCD — 0,8. При доброкачественных новообразованиях ОДИ был менее 4,75, при потенциально злокачественных находился в интервале

4,75–5,45, при злокачественных новообразованиях был больше 5,45.

*Цифровая дерматоскопия с использованием экспертной системы ПКАД на аппарате РДС-1.* В исследовании был использован цифровой дерматоскоп РДС-1. Комплектация РДС-1 (по паспорту) включает: видеоскоп, насадку кросс-поляризации, насадку для ультрафиолетового излучения (В), USB флешку с программным обеспечением ПКАД. Аппарат обладает полем зрения 14 мм\*10,5 мм, подключается к персональному компьютеру по USB 2.0 и потребляет 4 Вт, разрешение матрицы 2,0 Мп. Прибор выполнен из пластика с удобной гладкой ручкой в форме пистолета и имеет габариты 13,5 см\*13,25 см\*4,75 см с насадкой. Проводилась цифровая дерматоскопия новообразований с иммерсией и без нее. Далее фотографии анализировались экспертной системой ПКАД.

Для процесса статистического анализа использовалась ПЭВМ класса Pentium IV с тактовой частотой 2,4 ГГц., ОЗУ 4 Гб и операционной системой Windows-Vista.

Анализ проводился при помощи современных пакетов статистического анализа: STAT GRAPHICS Plus for Windows версии 4.0, STATISTICA for Windows версии 8.0, Microsoft Excel 2010. Для оформления результатов исследований применялись пакеты из системы Microsoft Office-2010 и Corel Draw-13.

Оценка достоверности исследования проводилась путем сравнения результатов диагностики обычной дерматоскопии на аппарате Delta Heine 20 с применением правила Kittler, дерматоскопии на аппарате РДС-1 с использованием экспертной системы ПКАД с результатами гистологического исследования удаленного новообразования, который является «золотым стандартом диагностики» в онкологии. Перед исследованием была произведена оценка необходимого количества больных. Для этого определены критерий и нулевая гипотеза, исследована мощность (95%) и требуемый объем выборки для обнаружения эффекта на разумном уровне. По уровню достоверности исследование можно отнести к категории «С» по классификации Оксфордского центра доказательной медицины (ограниченная достоверность: информация основана на результатах одного клинического исследования).

**Результаты.** Получены следующие показатели: при визуальном осмотре в ЛПУ общей лечебной сети показатель чувствительности составил 52,29%, специфичности — 68,2%. При проведении визуального осмотра в онкологическом диспансере показатели отличались в лучшую сторону: чувствительность 79,86%, специфичность 82,3% ( $p < 0,01$ ).

Еще более точно удавалось ставить диагноз «меланома кожи» при проведении цифровой дерматоскопии с использованием аппарата Delta Heine 20 и оценке с помощью алгоритма Kittler, где показатель чувствительности был 97,48%, а специфичности составил 84,49% ( $p < 0,01$ ).

При анализе цифровых снимков, полученных на дерматоскопе РДС-1 системой ПКАД, чувствительность 93,75%, специфичность 79,9% ( $p < 0,01$ ), при сравнении с аналогичными показателями, полученными при обычной цифровой дерматоскопии с использованием правила Kittler, достоверных отличий не получено ( $t=5,2$   $p > 0,05$ ).

Среднее время на диагностику одной дерматоскопической единицы, подозрительной на меланому кожи, с использованием ПКАД составило 16,0 секунд.

Из недостатков экспертной системы РДС-1 следует отметить, что наличие различных артефактов, таких, как волос, пузырьков воздуха, и других постоянных предметов, иногда мешает точной постановке правильного диагноза, что требует определенной доработки программного модуля.

**Обсуждение.** В результате исследования получены данные, которые свидетельствуют о том, что применение цифровой дерматоскопии на аппарате РДС-1 совместно экспертной системой (ПКАД) позволяет более точно ставить клинический диагноз, чем при визуальном осмотре. Это можно использовать для организации скринингового обследования без привлечения высокоспециализированных кадров. Также РДС-1 можно применять и для объективного динамического наблюдения за пигментными новообразованиями в косметически значимых участках тела.

Среди преимуществ следует выделить и сравнимую точность диагностики с обычной цифровой дерматоскопией, малое время осмотра одного дерматоскопического элемента, объективизацию динамического наблюдения за растущими пигментными новообразованиями.

Поэтому данное программное обеспечение можно использовать в первичном звене, смотровых кабинетах, для проведения скрининговых осмотров.

#### **Заключение.**

1. Точность визуальной диагностики на этапе общей лечебной сети значительно ниже, чем в специализированном центре, и требует дальнейшего улучшения.

2. Диагностика меланомы кожи значительно выше при проведении дерматоскопии с использованием ПКАД, чем при рутинном осмотре в ЛПУ первичного звена.

3. Цифровую дерматоскопию с ПКАД можно использовать для рутинной диагностики меланомы кожи и проведения скринингового осмотра на этапе первичного звена, однако уточняющая диагностика должна проводиться только в специализированных онкологических диспансерах.

4. Точность диагностики программного обеспечения ПКАД позволяет использовать его и в специализированных онкологических центрах в качестве «второго мнения» при постановке предварительного диагноза у пациентов с подозрением на меланому кожи.

**Конфликт интересов.** В основу работы положены результаты исследования в рамках подготовки кандидатской диссертации на тему «Оптимизация комплексной преинвазивной диагностики меланомы кожи». Организация-работодатель: «ГБУЗ Самарский областной клинический онкологический диспансер».

#### **References (Литература)**

1. Demidov LV, Kharkevich GYu. Skin melanoma: staging, diagnosis and treatment. 2003; (11), №11: 41–43. Russian (Демидов Л.В., Харкевич Г.Ю. Меланома кожи: стадирование, диагностика и лечение. РМЖ 2003; 11 (11): 41–43).
2. Avril MF, Cascinelli N, Cristofolini M. Clinical diagnosis of Melanoma: WHO Melanoma Programme Publications, Milano (Itali) 1994; (3): 28–29.
3. Finlay AJ, Hammond P. Expert system in dermatology: the computer potential: The example of facial tumour diagnosis. Dermatologica 1986; 173 (2): 79–84.
4. Haberman HF, Norwich KH, Diehl DL, et al. DIAG: a computer-assisted dermatologic diagnostic system — clinical experience and insight. J Am Acad. Dermatol 1985 Jan; 12 (1 Pt 1): 132–143.

5. Potter B, Ronan SG. Computer diagnosis of skin disease. *J Fam Pract* 1990 Feb; 30 (2): 137–140

6. Binder M, Sterner A, Schwarz M, et al. Application of an artificial neural network in epiluminescence microscopy pattern analysis of pigmented skin lesions: a pilot study. *Br J Dermatol* 1994 Apr; 130 (4): 460–465.

7. Burroni M, Corona R, Dell'Eva G, et al. Melanoma computer-aided diagnosis: reliability and feasibility study. *Clin Cancer Res* 2004 Mar. 15; 10 (6): 1881–1886.

8. Sokolov DV, Potekaev NN, et al. *Clinical Dermatology and Venereology* 2010; 3: 72–77, Russian (Соколов Д. В., Поткаев Н. Н. и др. *Клиническая дерматология и венерология* 2010; 3: 72–77).

9. Sergeev AYu, Sergeev VYu. Dermoscopy: formation and development in Russia and abroad 2008; (1): 1–9 Russian (Сергеев А. Ю., Сергеев В. Ю. Дерматоскопия: становление и развитие в России и за рубежом. *Клиническая дерматология и венерология* 2008; 1: 1–9).

10. Sergeev VYu, Sergeev YuV Videodermatoskopiya: contemporary approaches to early diagnosis and prevention of epithelial tumors of the skin. *Almanac of clinical medicine* 2006; (9): 120–123 Russian (Сергеев В. Ю., Сергеев Ю. В. Видео-дерматоскопия: современные подходы к ранней диагностике и профилактике эпителиальных опухолей кожи. *Альманах клинической медицины* 2006; 9: 120–123).

