

Организация эффективного скрининга меланомы с использованием мобильного здравоохранения и телемедицины

M. Barreiros¹, S. Nunes¹, L. Rosado², M. Barbosa²

¹Центр инновационной диагностики «Life Beat», Лиссабон

²Исследовательский центр ассистирующих информационно-коммуникационных технологий Фраунгофер-Португалия, Порто, Португалия

Для корреспонденции:

m.barreiros@lifebeat.pt

Melanoma Screening Using mHealth and Telemedicine: Towards an Organized Service Working in an Effective Way

M. Barreiros¹, S. Nunes¹, L. Rosado², M. Barbosa²

¹ Life Beat Centro de Diagnostico Avançado, S.A., Lisboa

² Fraunhofer Portugal Research Center for Assistive Information and Communication Solutions (FhP-AICOS), Porto, Portugal

A system of combining mobile health care with telemedicine technologies to improve the screening of skin cancer has been proposed and put into practice. The expediency of the organization of teledermatological service is proved and confirmed. Training people to recognize skin tumors with suspicion of cancer and diagnosis using the teledermatological network increase the likelihood of timely provision of specialized medical care.

Key words: melanoma screening, teledermatology, mobile healthcare, SMARTSKINS system.

Ранняя диагностика меланомы чрезвычайно важна не только потому, что своевременно начатое лечение существенно повышает шансы пациентов на выздоровление, но еще и по причине того, что на поздних стадиях заболевания лечение обходится примерно на 2200% дороже [1-2]. Наилучшим способом борьбы с данным заболеванием является предотвращение его развития.

Соблюдение правил по защите кожи от солнечного излучения и самостоятельный осмотр новообразований и родимых пятен на ней несомненно помогут защититься от опасной формы рака. Достижению данной цели способствует решение двух основных задач:

1) Обучение людей навыкам распознавания поражения кожи и новообразования с подозрением на онкологический процесс. ►►

2) Организация теледерматологической сети для изучения выявленных сомнительных образований на коже, их дальнейшего анализа или удаления сертифицированными дерматологами.

Для того чтобы помочь людям, разработано мнемоническое «ABCDE-правило», которое предусматривает осмотр образований на коже по следующим параметрам:

- A — асимметрия образования на коже.
- B — границы (нечеткие).
- C — цвет (неоднородный, пестрый).
- D — диаметр (больше 6 мм); размер родимого пятна должен быть сопоставим с размером ластика на конце карандаша.
- E — развитие с течением времени.

■ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕЛЕДЕРМАТОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Возможность организации теледерматологической службы скрининга меланомы для предоставления специализированной помощи в удобном и доступном виде вполне реальна, в особенности для удаленных регионов, где такая служба особенно нужна из-за неравномерной обеспеченности специалистами-дерматологами.

Мы предлагаем платформу, совмещающую: (1) технологии мобильного здравоохранения, — систему SMARTSKINS¹, предназначенную для классификации и раннего обнаружения подозрительных образований на коже или поражений кожи, и

(2) интернет-сообщество дерматологов для проведения телемедицинского скрининга сомнительных образований на коже с помощью спектрофотометрического интракутанного анализа (СИАскопии). Помимо явной цели мотивировать пользователей активно следить за состоянием кожи, такой подход позволяет обращаться с жалобами на подозрения в дерматологические центры для удаления образований на коже и дальнейшего наблюдения.

На сегодняшний день смартфоны представляют собой действенное средство для цифрового мониторинга образований на коже, поскольку качество получаемых фотографий, портативность и простота передачи данных неуклонно растут. Анализ образований на коже может быть оптимизирован с помощью мобильного приложения, позволяющего пользователям собирать, обрабатывать и хранить всю актуальную информацию с помощью автоматической классификации, работающей на основе технологий искусственного интеллекта.

Кроме того, такие пациент-ориентированные подходы являются новой парадигмой в анализе кожной патологии. Следовательно, цель SMARTSKINS состоит в мотивации и обучении пациентов приемам регулярного мониторинга состояния кожи, а также в улучшении взаимодействия между пациентами и дерматологами.

Наконец, еще одна задача SMARTSKINS состоит в раннем обнаружении онкологических заболеваний кожи (рис. 1).

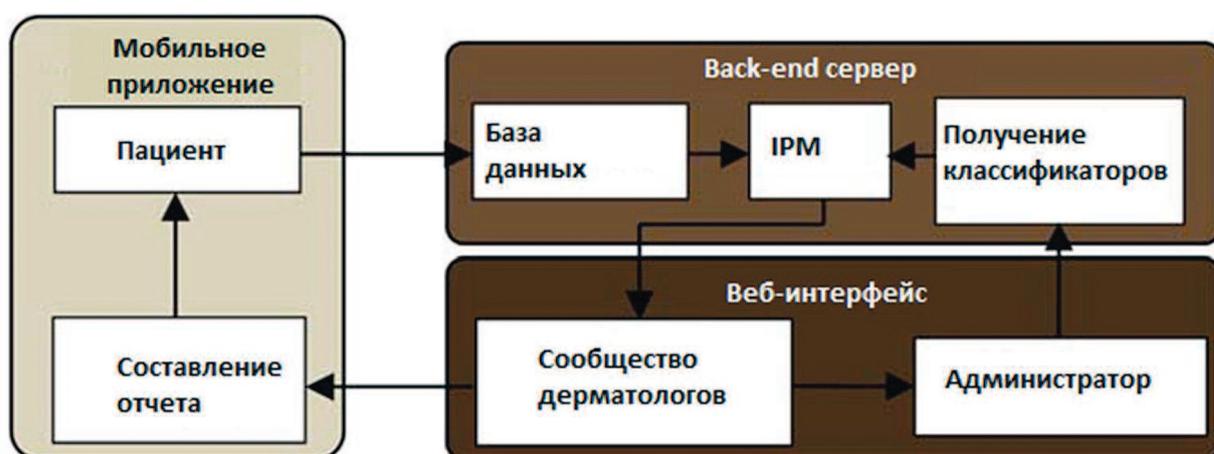


Рис. 1. Поток информации в системе SMARTSKINS (через мобильное приложение пациенты загружают на сервер данные о повреждениях кожи, которые автоматически анализируются; по каждому изображению система создает отчет, с которым в дальнейшем работают дерматологи; далее, врач анализирует отчет и отправляет его пациенту через мобильное приложение; проанализированная и подтвержденная информация о повреждениях используется для машинного обучения классификаторов на сервере с помощью алгоритмов IPM [3])

¹ SMARTSKINS — новая система мобильной оценки и классификации повреждений кожи с помощью неинвазивного скрининга, появившаяся в ходе совместного проекта научно-исследовательского центра INEGI-LAETA, некоммерческой организации Fraunhofer (Португалия) и Португальского Института Онкологии (г. Порто). Проект финансируется фондом Fundação para a Ciência e a Tecnologia in Portugal (PTDC/BVV-BMD/3088/2012).

Для этого разработаны три модуля:

1. Мобильное приложение для пациентов.
2. Сервер для обработки изображений и хранения баз данных.

3. Веб-интерфейс для работы дерматологов и системного администратора.

Используя мобильное приложение (рис. 2), пациенты могут фотографировать повреждения кожи или загружать уже имеющиеся фотографии из галереи на смартфоне. Каждый пациент может добавлять в приложение информацию о дополнительных поражениях кожи; каждое такое поражение кожи может сопровождаться несколькими фотографиями в динамике. В каждом случае, если, например, пациент испытывает в каком-то месте зуд или обнаружил покраснение, он также указывает локализацию поражения на теле и размер, а также некоторые другие особенности, после чего отправляет данные врачу [3].

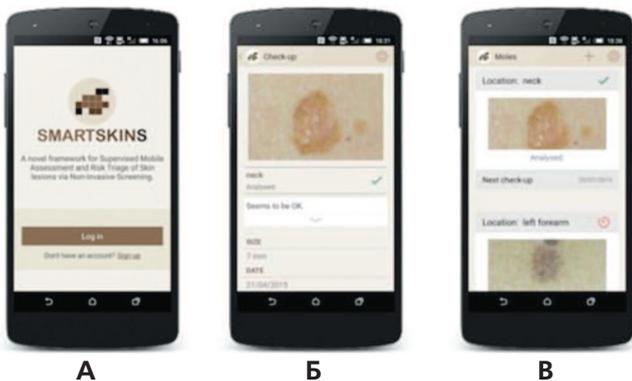


Рис. 2. Скриншоты мобильного приложения SMARTSKINS
 А. Основное меню входа или регистрации
 Б. Отправка фотографии родимого пятна и получение ответа от дерматологов после анализа
 В. Список всех поражений кожи, находящихся в состоянии мониторинга, и их статус

После того, как врач подтверждает получение информации через веб-интерфейс SMARTSKINS, система посылает пациенту отчет через мобильное приложение. В таком случае пациенты могут следить за изменениями родимых пятен и поражений кожи, всегда находясь под наблюдением специалиста-дерматолога.

При обнаружении подозрительного поражения кожи проводят спектрофотометрический интракутанальный анализ (СИАскопию, рис. 3) [4].

Поскольку кожа обладает многослойной структурой, а основные хромофоры имеют слабо меняющиеся спектральные свойства, стало возможным создание моделей, которые способны распознавать особенности прохождения света через кожу. Это позволяет анализировать ее структуру, используя разнообразные спектрофотометрические методы.

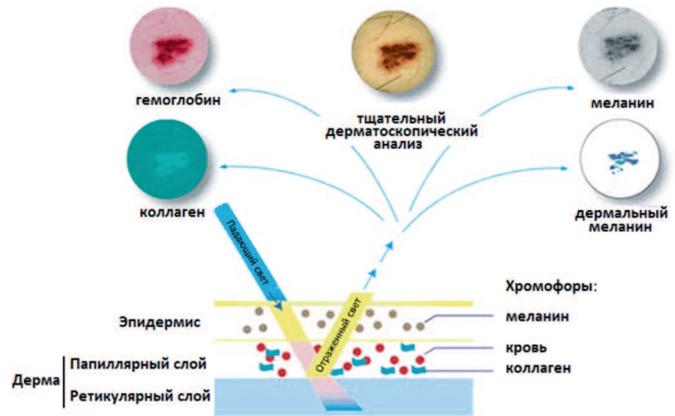


Рис. 3. Модель кожи, используемая при СИАскопическом анализе

На кожу попадает свет четырех основных длин волн. Для регистрации отраженного света используется чип, который формирует изображение, фиксирующее длину волны света, отраженного с каждого участка кожи. Во избежание рассеяния света с поверхности кожи используются скрещенные поляризаторы. Полученные изображения анализируют с помощью алгоритмов сиаскопии, которые сравнивают их с математическими моделями кожи. В результате программа создает четыре изображения, которые показывают концентрации гемоглобина, меланина, коллагена и дермального меланина в конкретном участке кожи. Далее дерматолог анализирует изображения, проводит анализ состава кожного образования и рассчитывает концентрации хромофоров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕЛЕДЕРМАТОЛОГИИ

В данной работе мы описываем совмещение двух подходов — мобильного здравоохранения и телемедицины — для улучшения скрининга рака кожи. Предварительные результаты использования мобильного приложения опубликованы в недавнем исследовании, проведенном в научном центре FhP-AICOS (Португалия). Описана обработка изображений и их анализ с использованием классификации повреждений кожи. Так, с помощью мобильного приложения изображения родимых пятен анализировали по критериям асимметрии, границ и цвета повреждений кожи, согласно ABCDE-правилу и оценивали общий уровень риска развития злокачественного заболевания. На основании набора из 80 изображений, вручную аннотированных специалистом, установлено, что мобильное приложение определяет асимметрию, границы и цвет повреждений кожи с точностью до 73,8, 76,7 и 68,8% соответственно; оценка общего риска проводится с уровнем чувствительности 86% и уровнем специфичности 73%. ►►

Что касается телемедицинской составляющей, компания «Screenscancer» разработала теледерматологическую службу, в основе которой лежит возможность проведения СИАскопических анализов. Ее используют совместно с аптечной сетью «Boots» в Норвегии с 2010 г. и с недавних пор – в Великобритании и Швеции. В Лиссабоне

мы начали пилотный проект, в котором приняли участие 72 пациента с поражениями кожи (рис. 4). Из 116 образований только 91 проанализированы с использованием ABCDE-правила. Из них, 5 признаны потенциально злокачественными и рекомендованы к удалению. Во всех пяти случаях была обнаружена злокачественная мела-

Быстрота

- СИАскопия за несколько секунд
- Более 1,5 млн измерений за одно сканирование
- Своевременная информация для пациента

Удобно для пациента

- Неинвазивно
- Безболезненно
- Точные и понятные отчеты в формате PDF, содержание результаты измерений
- Непосредственное участие пациентов в измерениях
- Образование и обучение пациентов
- Поддержка и консультация пациентов в реальном времени

Точность

- Каждое изображение проходит процесс калибровки, что обеспечивает высокое качество измерений

Простота использования

- Навигация с помощью значков
- Подходит для Вашего компьютера

Удобно для врача

- Повысьте Ваш профессиональный статус и качество оказываемых услуг
- СИАскопия служит образовательным средством для пациентов и улучшает Ваши собственные навыки
- СИАскопические измерения легко подстраивать под рабочий график

Рабочие режимы:

Дерматоскопический режим

Четкое, увеличенное изображение родинки, помогающее установить основные ее свойства

Кровь

Кровоснабжение повреждения может быть ранним сигналом того, что это злокачественное образование

Пигменты

Этот режим позволяет подтвердить наличие пигментов в повреждении

Коллаген

Информация о том, насколько глубоко распространилось данное повреждение, помогает установить его злокачественность

Пигменты дермы

Наличие и распределение пигментов в более глубоких слоях кожи помогает установить, насколько данное повреждение представляет опасность

Рис. 4. В ходе каждого СИАскопического измерения создается графическое изображение, отображающее распределение каждого хромофора в конкретном пикселе. За каждое сканирование проводится более 1,5 млн измерений. При проведении контактной СИАскопии прибор соприкасается с кожей и сканирует ее в диаметре 11 мм.



Рис. 5. Положительный результат, полученный при СИАскопическом скрининге меланомы. Результат подтвержден гистологической экспертизой. Новообразование удалено наиболее безопасным способом

нома на ранней стадии. Пациенты, принявшие участие в исследовании, не имели навыков самостоятельного проведения подобных анализов, и первым шагом к формированию таких навыков стало знакомство с ABCDE-методикой.

Пример случая положительного результата, полученного при скрининге (рис. 5):

1. Белый мужчина 45 лет, в анамнезе которого нет серьезных солнечных ожогов в детстве.

2. СИАскопический скрининг подозрительного образования на коже, анализ по ABCDE-правилу.

3. В ходе скрининга обнаружен положительный результат. Рекомендовано немедленное удаление новообразования.

4. Последующий гистопатологический анализ подтвердил наличие злокачественной меланомы без ангиоинвазии.

5. Хороший прогноз, предполагающий полную ремиссию.

■ ВЫВОДЫ

Основной целью данной работы было выработать комбинацию методов, направленную на своевременное выявление меланомы. Мы предлагаем совмещение мобильного здравоохранения с телемедицинскими технологиями для повышения эффективности скрининга онкологических заболеваний кожи. Данные, полученные

при СИАскопическом скрининге, говорят о том, что пациентам нужна определенная информационная поддержка для того, чтобы правильно отличать серьезные поражения кожи, требующие немедленного вмешательства, от тех, которые не имеют злокачественных признаков. Таким образом, совмещение этих двух подходов будет способствовать широкому использованию мобильного приложения, с помощью которого можно проводить первые измерения. После получения первых результатов следует принимать соответствующие решения. Если есть основания считать образование на коже подозрительным, пациент должен воспользоваться телемедицинской службой, что позволит провести дерматологическое исследование и эффективно решить проблему.

■ Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке программ O Novo Norte и NSRF (Португалия) и Европейского Фонда Регионального Развития (Европейский Союз) в ходе проекта ICT4DCC (ICT4D Competence Center) NORTE-07-0124-FEDER-000042.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. //

РЕЗЮМЕ

Предложена и внедрена в практику система совмещения мобильного здравоохранения с телемедицинскими технологиями для повышения эффективности скрининга онкологических заболеваний кожи. Обоснована и подтверждена целесообразность организации теледерматологической службы. Обучение людей навыкам распознавания кожных новообразований с подозрением на онкологический процесс и диагностика с помощью теледерматологической сети повышают вероятность своевременного оказания специализированной медицинской помощи.

Ключевые слова: скрининг меланомы, теледерматология, мобильное здравоохранение, система SMART-SKINS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Soyer HP, Smolle J, Kerl H, Stettner H. Early diagnosis of malignant melanoma by surface microscopy. *Lancet* 1987;2(8562):803.
2. Alexandrescu DT. Melanoma costs: a dynamic model comparing estimated overall costs of various clinical stages. *Dermatol Online J* 2009;15(11):1.
3. Rosado L, Vasconcelos MJM, Correia F, Costa N. A novel framework for supervised mobile assessment and risk triage of skin lesions. *9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, Istanbul, Turkey, 2015.
4. Clinical Investigations > Spectrophotometric intracutaneous analysis: a new technique for imaging pigmented skin lesions. *Br J Dermatol* 2002;146:448-457.
5. Rosado L, Vasconcelos MJM, Ferreira M. Pigmented skin lesion computerized analysis via mobile devices. *31st Spring conference on Computer Graphics*, Smolenice, Slovakia, 2015.