

Автоматизированная диагностика новообразований в дерматологии с применением дистанционных технологий

Аннотация

Сформулированы минимальные требования к методам удаленной и автоматизированной диагностики новообразований кожи. Впервые проведен анализ данных по запросам пользователей российского сервера теледерматологии DERMATOLOGY.RU. Анализ позволил определить перспективные пути развития технологий компьютерного анализа изображений новообразований кожи.

Введение

В последнее время наблюдаются изменения в привычном порядке оказания медицинской помощи населению. Телемедицинские услуги входят в нашу повседневную жизнь. Остро стоят вопросы эффективности и доверия к предлагаемым методам. Интернет-гиганты, страховые и финансовые организации, операторы мобильной связи начинают предлагать медицинские услуги по телекоммуникационным каналам. Известны проекты «Яндекс Здоровье», «Мой доктор» («ВымпелКом», бренд «Билайн»), «Ваш личный доктор» (ВТБ Страхование). Отечественная и мировая литература свидетельствует о значительном потенциале телемедицинских технологий в дерматологии. В исследовании о возможности удаленной диагностики новообразований кожи [1] было показано, что в 78,2 % случаев ($N = 92$) возможно установление диагноза по одним дерматоскопическим изображениям опытным врачом-дерматологом. Следует отметить, что исходные данные (цифровые изображения) для передачи на диагностику эксперту врачи получали с использованием необходимой медицинской техники (дерматоскопа). Можно признать, что при должном уровне реализации телемедицина открывает путь к качественной и доступной специализированной медицинской помощи по всей России.

Работы зарубежных авторов подтверждают возможность и выгоды удаленного консультирования в области дерматологии. L. Ferrandiz и соавт. сообщают о 79,2 % верных диагнозов ($N = 226$), установленных по клиническим фотографиям, и 94,3 % ($N = 228$) – по клиническим и дерматоскопическим изображениям [2].

Полученные знания об удаленной диагностике позволяют по-новому оценить методы автоматизированной диагностики в дерматологии. Мы полагаем, что применение технологий искусственного интеллекта при анализе изображений новообразований может оказать врачу существенную помощь в принятии решений при диагностике онкологических заболеваний [3]–[7]. Имеется и другой, альтернативный взгляд. Он состоит в том, что методы искусственного интеллекта позволят различать доброкачественные и злокачественные новообразования кожи, заменяя специалиста. Но несмотря на заявляемую различными авторами высокую точность систем автоматизированной диагностики новообразований кожи, основанных на машинном обучении (например, с использованием нейронных сетей), мировая литература не знает об их широком применении в ежедневной практике [8]. Среди причин авторы обзора называют отсутствие масштабных исследований и возможную ценность дополнительных анамнестических и клинических сведений для оценки изображения.

Цель работы: на основе анализа результатов работы сервера теледерматологии определить минимальные требования к методам удаленной и автоматизированной диагностики новообразований кожи.

Материалы и методы

В качестве исходных данных для настоящей работы были рассмотрены запросы пользователей российского сервера теледерматологии DERMATOLOGY.RU в 2013–2017 гг. Был проведен анализ того, какие пигментные новообразования врачи склонны загружать в целях получения второго мнения в

автоматическом режиме. Было отобрано 3855 дерматоскопических изображений, просмотренных врачом-дерматологом, экспертом в области дерматоскопии. Критериями включения изображений в сформированную выборку стали четкость изображения и отсутствие артефактов, препятствующих оценке новообразования. Изображения представляли собой цифровые снимки стандартного увеличения, полученные в условиях стандартизованного светодиодного освещения, камерой со светочувствительной матрицей КМОП 1/3" и разрешением 2 мегапикселя [9]. Диагноз устанавливался исключительно по предоставленному снимку.

Результаты

Среди всех новообразований на коже ($N = 3855$) были определены следующие виды: меланоцитарных невусов – 63,3 %, себорейных кератозов – 15,5 %, предположительно меланомой – 3,1 %, других новообразований – 18,1 %. Среди меланоцитарных невусов ($N = 2442$): представленных пятном – 45,5 %, представленных папулой или имеющих возвышающуюся часть – 54,5 %. Среди образований, расцененных как меланома ($N = 121$): представленных пятном – 95,9 %, папулой – 4,1 %.

Результаты показывают, что для дифференциальной диагностики в систему теледерматологии преимущественно загружаются изображения доброкачественных меланоцитарных невусов, что соответствует литературным данным по обращаемости в рамках всероссийских скрининговых кампаний по борьбе с раком кожи [10]. Преобладание доброкачественных невусов и знание их типичных проявлений, так называемых моделей строения, являются одной из отправных точек для разработки методов компьютерной диагностики и формирования выборок для машинного обучения.

Наш опыт удаленной и автоматизированной диагностики указывает на важность правильного отбора или полного включения всех новообразований кожи пациента для компьютерного анализа [11]. Такой подход представляется нам ключевым в диагностике пациентов с синдромом диспластических невусов. Другим требованием для построения эффективных методов компьютерной обработки является работа с цифровыми изображениями единого и высокого стандарта качества [12]. На сегодняшний день выполнение указанного требования может быть обеспечено распространением отечественных систем цифровой дерматоскопии типа РДС-2. Использование сравнительного подхода, стандартизация обрабатываемых изображений должны послужить развитию автоматизированных систем диагностики.

Заключение

Решающее значение в оценке достоверности получаемых результатов любой системы, бесспорно, имеет достоверность диагнозов референтных изображений, по которым строился алгоритм или проводилось предварительное обучение системы. Степень доверия будет зависеть от согласия с избранными критериями диагностики (дерматоскопическими, морфологическими, иными) и методом их учета, качества базы референтных изображений (размер выборки, стратификация по цвету кожи и локализации), открытости этих данных и доступности самих изображений. Авторам неизвестна ни одна система, отвечающая этим объективным требованиям.

Наличие в России работающего механизма по сбору и оценке дерматоскопических изображений в рамках общественного проекта –врачебного сообщества – делает возможным следующий шаг: разработку открытых алгоритмов автоматизированного анализа, в первую очередь меланоцитарных новообразований.

Работа выполнена при поддержке РФФИ по проекту № 19-11-00176.

Список литературы:

1. *Сергеев Ю.Ю., Сергеев В.Ю.* Опыт удаленной оценки дерматоскопических изображений / Сб. тезисов XI Научно-практической конференции дерматовенерологов и косметологов. Под редакцией А.В. Самцова, Е.В. Соколовского, К.И. Разнатовского. 2017. С. 89-91.
2. *Ferrándiz L., Ojeda-Vila T. et al.* Internet-based skin cancer screening using clinical images alone or in conjunction with dermoscopic images: A randomized teledermoscopy trial // *Journal of American Academy of Dermatology*. 2017. Vol. 76. № 4. PP. 676-682.
3. *Rotin D.L., Petrovichev N.N., Pavlovskaya A.I., Nikitaev V.G., Berdnikov E. Yu., Pronichev A.N., Popov D.A.* Expert system for histological diagnosis of thyroid tumors // *Arkhiv Patologii*. 2004. Vol. 66. № 2. PP. 47-51.
4. *Prilepskaya E.A., Kovylyina M.V., Govorov A.V., Glotov A.V., Vasilyev A.O., Kolontarev K.B., Nikitaev V.G., Pronichev A.N., Pushkar D. Yu.* Possibilities of automated image analysis in pathology // *Arkhiv Patologii*. 2016. Vol. 78. № 1. PP. 51-55.
5. *Nikitaev V.G.* Modern measurement principles in intellectual systems for a histological diagnosis of oncological illnesses // *Measurement Techniques*. 2015. Vol. 58. № 4. PP. 68-70.
6. *Davydov M.I., Selchuk V. Yu., Nikitaev V.G., Nagornov O.V., Pronichev A.N., Dmitrieva V.V., Polyakov E.V., Rasulov A.O., Kononets V.P., Melikhov S.A., Akimov I.S., Aidunbekov Z.M., Kadashev V.I., Lavrova A.A., Golovanova V.K., Pashmuk A.A., Strigin V.E.* Physical research methods in expert systems of oncological disease diagnostics // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*. 2015. Vol. 42. № 8. PP. 237-239.
7. *Nikitaev V.G., Nagumanova Yu.R., Pronichev A.N., Chistov K.S.* Characteristics of the design of systems for the recognition of shapes for the diagnostics of acute leukoses using methods of

- computer microscopy // *Measurement Techniques*. 2012. Vol. 55. № 5. PP. 583-588.
8. *Weber Ph., Tschandl Ph., Sinz C., Kittler H.* Dermatoscopy of Neoplastic Skin Lesions: Recent Advances, Updates, and Revisions // *Current Treatment Options in Oncology*. 2018. Vol. 19. № 11. P. 56.
9. *Сергеев Ю.В., Сергеев В.Ю.* От видеомикроскопии кожи к российскому цифровому дерматоскопу // *Дерматология в России*. 2017. № S1. С. 83-84.
10. *Сергеев Ю.Ю., Сергеев В.Ю.* День диагностики меланомы в 2017 / Сб. тезисов XI Научно-практической конференции дерматовенерологов и косметологов. Под редакцией А.В. Самцова, Е.В. Соколовского, К.И. Разнатовского. 2017. С. 87-89.
11. *Сергеев Ю.Ю., Мордовцева В.В.* Скрининг рака кожи в амбулаторных условиях // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2018. № 1. С. 84-88.
12. *Сергеев Ю.Ю., Сергеев В.Ю.* Возможна ли удаленная диагностика новообразований кожи? / Сб. тезисов X Международного форума дерматовенерологов и косметологов. Москва, 2017. С. 120.

Василий Юрьевич Сергеев,
канд. мед. наук, доцент, директор,
Научно-исследовательский центр дерматологии,
Юрий Юрьевич Сергеев,
председатель правления,
Общество дерматоскопии и оптической диагностики кожи,
Ольга Борисовна Тамразова,
д-р мед. наук, профессор,
Российский университет дружбы народов,
Валентин Григорьевич Никитаев,
д-р тех. наук, профессор,
зав. кафедрой компьютерных медицинских систем,
Александр Николаевич Проничев,
канд. тех. наук, доцент,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
г. Москва,
e-mail: vgnikitaev@mephi.ru

А.Г. Гудков, С.В. Агасиева, В.Г. Тихомиров, В.В. Жердева, Д.В. Клинов, В.Д. Шашурин

Перспективность разработки биосенсоров на основе AlGaN/GaN НЕМТ

Аннотация

Разработка и исследование биосенсоров для ранней и быстрой диагностики широкого спектра заболеваний, обеспечивающей существенное снижение смертности и потерь рабочего времени за счет своевременного лечения, является актуальной задачей во многих странах. Активным продвижению биосенсорники способствует и то обстоятельство, что это междисциплинарная область, использующая достижения самых разных сфер знаний: от физиологии до нанотехнологий и электроники.

Введение

По данным государственной статистики, в России фиксируются высокие показатели смертности от ряда болезней. Основная причина такого положения дел – неоперативное, эпизодическое освидетельствование и, как следствие, позднее выявление заболеваний, лечение которых на данной стадии малоэффективно и требует больших финансовых затрат.

Потребность в высокочувствительных методах определения ключевых метаболитов, ферментов, продуктов обмена веществ в живом организме в норме и патологии определяет вектор исследований в области биосенсорной диагностики.

Классическое представление о биосенсоре базируется на следующих элементах: детектор (биоэлемент), обеспечивающий узнавание специфического аналита; преобразователь, преобразующий биологическое событие в измеряемый сигнал, плюс система амплификации и визуализации сигнала в соответствующем формате [1], [2].

Биосенсоры можно классифицировать по следующим критериям: области применения (для использования *in vitro* или *in vivo*); механизму передачи биологического сигнала, в основе которого может лежать взаимодействие антиген-антитело, субстрата и фермента, взаимодействие комплементарных участков ДНК, метаболизм живых клеток, использование биосенсоров-биомиметиков и т. д.; способу преобразования сигнала (оптический, электрохимический, масс-чувствительный, тепловой) [1], [2]. Основные наиболее часто используемые типы измеряемых сигналов – оптический и электрический. Электрическая детекция используется в электрохимических биосенсорах (основанных на методе циклической вольтамперии) и в активно разрабатываемых в последние годы биосенсорах на основе транзисторов.

Электрохимические биосенсоры разрабатываются с 1980-х годов. Основу большинства электрохимических биосенсоров составляет окислительно-восстановительный фермент, преобразующий детектируемую молекулу-аналит. Детекция