

Метод оптической биопсии рака кожи на основе спектроскопии комбинационного рассеяния и автофлуоресценции с учетом демографических данных пациентов

Ю.А. Христофорова¹, И.А. Братченко¹, Л.А. Братченко¹, Е.Г. Борисова²,
А.А. Морятов³, С.В. Козлов³, В.П. Захаров¹

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

²Болгарская академия наук, бульвар Царя-освободителя 72, София, Болгария, 1784

³Самарский государственный медицинский университет, Чапаевская 89, Самара, Россия, 443099

Аннотация

Проведено *in vivo* исследование 617 случаев новообразований кожи с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния и автофлуоресценции. Классификация различных типов опухолей кожи была проведена с помощью метода проекций на латентные структуры в сочетании с линейным дискриминантным анализом спектральных данных. В качестве дополнительных признаков в регрессионные модели спектральных данных были включены демографические данные пациентов: пол, возраст, локализация, размер опухоли, семейный анамнез, ранее перенесенные заболевания, вредность по профессии. Было показано, что включение в регрессионную модель демографических данных пациентов позволяет в среднем на 3-7% улучшить показатели качества моделей.

Ключевые слова

Комбинационное рассеяние, флуоресценция, демография, рак кожи

1. Введение

Меланома кожи является наиболее агрессивным видом рака кожи, вызывающий наибольшее количество смертей среди всех случаев рака кожи из-за ее метастатического характера. Из-за недостаточно высокой эффективности предварительной диагностики меланомы на каждый гистологически подтвержденный случай меланомы приходится до 20 иссеченных доброкачественных образований [1]. На протяжении последних лет был предложен ряд методов, позволяющий повысить эффективность обнаружения и диагностики рака кожи, в особенности меланомы, среди которых одним из успешно развивающихся методов можно выделить спектроскопию комбинационного рассеяния (КР) [2]. Метод спектроскопии КР, основанный на изменении длины волны зондирующего излучения после взаимодействия с молекулами исследуемого объекта, позволяет с высокой точностью определять наличие химических соединений и их изменение в следствие различных процессов в исследуемом образце, в частности при малигнизации биоткани.

Риск развития рака кожи зависит от демографических факторов [3]. В связи с чем целью данной работы является определение эффективности метода спектрального анализа данных КР и автофлуоресценции разных типов рака кожи, учитывающего демографические данные пациентов.

2. Материалы и методы

In vivo исследование новообразований кожи проводилось с использованием экспериментального оборудования, которое включает в себя термостабилизированный

полупроводниковый лазерный модуль LML-785.0RB-04 (центральная длина волны $785 \pm 0,1$ нм, 150 мВт), портативный спектрометр QE6500, включающий матричный ПЗС-детектор с термоэлектрическим охлаждением до -15°C , оптический пробник inPhotonics. Подробное описание установки представлено в работе [4]. С использованием спектроскопической установки было *in vivo* зарегистрировано 617 спектров злокачественных и доброкачественных новообразований кожи. Для каждого зарегистрированного случая опухоли кожи в модель были добавлены демографические данные пациента: пол, возраст, локализация, размер опухоли, семейный анамнез, ранее перенесенные заболевания, вредность по профессии.

В данной работе для построения регрессионных моделей с целью классификации различных типов новообразований применялся статистический метод проекций на латентные структуры с линейным дискриминантным анализом PLS-DA. Для количественной оценки построения регрессии для каждой модели было рассчитано значение площади под характеристической кривой ROC AUC.

3. Результаты

Регрессионный анализ одновременно спектральных и демографических данных новообразований кожи был проведен для 3 моделей: (1) злокачественные против доброкачественных опухолей, (2) меланомы против доброкачественных пигментных опухолей, (2) меланомы против себорейного кератоза. Было получено, что возраст пациента, семейный анамнез и ранее перенесенные заболевания являются важными факторами риска развития рака кожи, и их учет в регрессионной модели улучшает показатель качества модели ROC AUC: с 0,71 до 0,74 для (1) модели; с 0,66 до 0,69 для (2) модели; менее значительно для (3) модели с 0,81 до 0,83.

4. Заключение

Был реализован метод оптической биопсии рака кожи, основанный на статистическом анализе спектральных данных КР и автофлуоресценции в ближней ИК области, учитывающий демографические данные пациентов. Было показано, что включение в регрессионную модель демографических данных пациентов позволяет повысить показатели регрессионных моделей на 3-7%.

5. Благодарности

Работа выполнена при поддержке совместной программы РФФИ и Болгарского научного фонда по контрактам № 19-52-18001 Болг_а и № КР06-Россия / 19 / 28.09.2019 соответственно «Мультивариативная комбинационная и флуоресцентная диагностика кожных опухолей».

6. Литература

- [1] English, D.R. Factors influencing the number needed to excise: excision rates of pigmented lesions by general practitioners / D.R. English, C. Del Mar, R.C. Burton // Medical journal of Australia. – 2004. – Vol. 180(1). – P. 16-19.
- [2] Cordero, E. In-vivo Raman spectroscopy: from basics to applications / E. Cordero, I. Latka, C. Matthäus // Journal of biomedical optics. – 2018. – Vol. 23(7). – P. 071210.
- [3] Kalia, S. Relationship between sun safety behaviours and modifiable lifestyle cancer risk factors and vitamin D levels / S. Kalia, Y.K.K. Kwong // Photodermatology, photoimmunology & photomedicine. – 2019. – Vol. 35(6). – P. 429-435.
- [4] Khristoforova, Y.A. Portable spectroscopic system for in vivo skin neoplasms diagnostics by Raman and autofluorescence analysis / Y.A. Khristoforova, I.A. Bratchenko, O.O. Myakinin, D.N. Artemyev // Journal of Biophotonics. – 2019. – Vol. 12(4). – P. e201800400.