

Анализ спектральных особенностей кожи пациентов с формами сердечно-сосудистых заболеваний и хронической болезнью почек

Ю.А. Христофорова
Самарский национальный
исследовательский университет
им. академика С.П. Королева
Самара, Россия
khristoforovajulia@gmail.com

И.А. Братченко
Самарский национальный
исследовательский университет
им. академика С.П. Королева
Самара, Россия
iabratchenko@gmail.com

Л.А. Братченко
Самарский национальный
исследовательский университет
им. академика С.П. Королева
Самара, Россия
shamina94@inbox.ru

П.А. Лебедев
Самарский государственный
медицинский университет
Самара, Россия
lebedcard@rambler.ru

М.А. Скуратова
Самарский государственный
медицинский университет
Самара, Россия

В.П. Захаров
Самарский национальный
исследовательский университет
им. академика С.П. Королева
Самара, Россия
zakharov@ssau.ru

Аннотация—Проведено изучение спектральных характеристик кожи пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, хронической болезнью почек и здоровых пациентов. Показано, что наблюдаются различия в спектрах комбинационного рассеяния кожи пациентов с разными заболеваниями в полосах, ассоциированных с колебательными связями в молекулах функциональных групп нуклеиновых кислот, белков, липидов и углеводов.

Ключевые слова— Спектроскопия комбинационного рассеяния, регрессионный анализ, сердечно-сосудистые заболевания, хроническая болезнь почек, спектральные маркеры.

диабета, гипертонии, сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения и других заболеваний человека.

Наиболее доступным органом для *in vivo* детектирования биохимических изменений в организме в следствие нарушения метаболических процессов является кожа человека. Таким образом, целью данной работы является проведение комплексного анализа спектральных профилей кожи пациентов с почечной и сердечной недостаточностью с использованием математического программного аппарата, который позволит выделить спектральные маркеры конкретных заболеваний.

1. ВВЕДЕНИЕ

Воспалительные и дегенеративные процессы в таких важных органах как сердце и почки приводят к физиологическим и патологическим изменениям химического состава биотканей и биожидкостей из-за нарушения метаболизма в организме. Наиболее важными биомаркерами различных неинфекционных заболеваний являются структурные изменения функциональных групп нуклеиновых кислот, белков, липидов и углеводов.

Помимо применяемых сегодня лабораторных методов анализа для исследования компонентного состава биологических сред успешно применяются оптические методы. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР) зарекомендовала себя как наиболее чувствительный метод к компонентному составу различных веществ. При этом диагностической способностью КР метод обладает за счет способности к обнаружению биохимических изменений молекулярных структур на основе неупругого рассеяния монохроматического света, которые развиваются из-за развития заболеваний [1]. В работе [2] Т. Yamamoto и соавторы смогли идентифицировать пораженные инфарктом миокарда ткани сердца и предложили КР метод для определения жизнеспособности миокарда во время операции. В работе [3] представлен подробный обзор последних исследований в оценке метаболического синдрома с помощью спектроскопии КР, возникающего в следствие

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

In vivo исследование кожи пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и хронической болезнью почек проводилось с использованием экспериментального оборудования, которое включает в себя лазерный модуль с центральной длиной волны 785 нм при мощности 80 мВт, портативный спектрометр QE6500, оптический пробник inPhotonics. Подробное описание установки представлено в работе [4].

Все спектры были зарегистрированы в течение 20 секунд с трехкратным накоплением. Были проанализированы 70 спектров кожи пациентов с ССЗ, 90 спектров кожи пациентов с хронической болезнью почек, а также 170 здоровых волонтеров контрольной группы.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 1 представлены усредненные спектры КР кожи пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и здоровых волонтеров.

Основные полосы в спектрах КР ассоциированы со следующими химическими связями: 1240–1280 $\nu_{as}(PO_2^-)$ в фосфолипидах, 1370–1380 cm^{-1} $\delta(CH_3)$ в липидах, 1445–1450 cm^{-1} $\delta(CH_2)$ в коллагене, фосфолипидах, 1645–1650 cm^{-1} Амид I в белках. Полученные данные демонстрируют, что наблюдаются спектральные различия в спектрах кожи здоровых волонтеров и

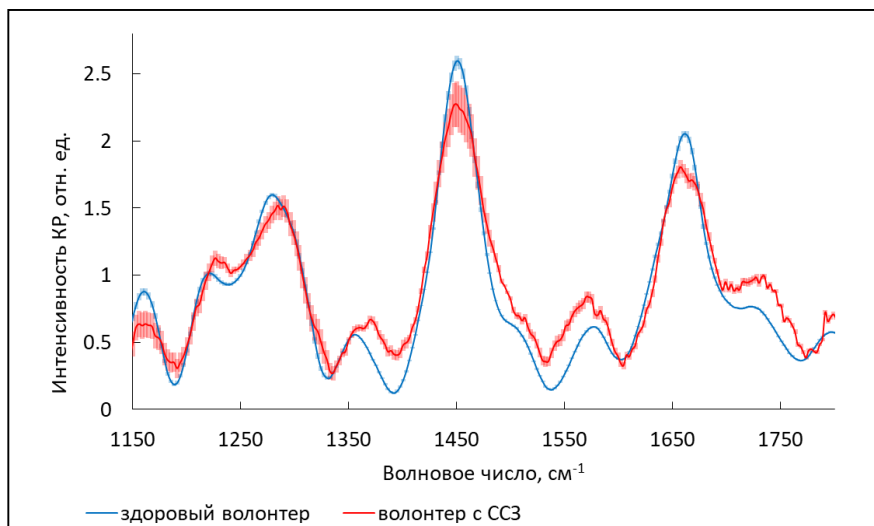


Рис. 1. Спектры КР кожи пациентов

пациентов с заболеваниями в полосах, ассоциированных с колебаниями молекулярных связей биоконпонентов, что может подтверждать качественное и количественное изменение состава кожи при развитии заболеваний человека, в частности заболеваний почек и ССЗ.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ спектров КР кожи пациентов, зарегистрированных *in vivo* в клинических условиях, показывает возможность обнаружения изменений биоконпонентного состава кожи, обусловленного различными патологическими изменениями, в частности заболеваниями почек и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 21-75-10097.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] 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.
- [2] Yamamoto, T. Label-free evaluation of myocardial infarct in surgically excised ventricular myocardium by Raman spectroscopy / T. Yamamoto, T. Minamikawa, Y. Harada // Sci. Rep. – 2018. – Vol. 8(1). – P. 14671.
- [3] Donjuán-Loredo, G. Raman spectroscopy in the diagnosis of metabolic syndrome / G. Donjuán-Loredo, R. Espinosa-Tanguma, M. G. Ramírez-Elias // Applied Spectroscopy Reviews. – 2021. – P. 1-21.
- [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 // Journal of Biophotonics. – 2019. – Vol. 12(4). – P. e201800400.