

СРАВНЕНИЕ СПЕКТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ СРЕЗОВ, ЭКСПОНИРОВАННЫХ ВОДНЫМИ рН-НЕЙТРАЛЬНЫМИ РАСТВОРАМИ НАНОЧАСТИЦ CdSe/ZnS, ПРИ РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОПУХОЛЕЙ ТОЛСТОГО КИШЕЧНИКА ЧЕЛОВЕКА

Воронов Д. А., Копыцкий А. В., Хильманович В. Н.

Гродненский государственный медицинский университет

Актуальность. В последние десятилетия ведется поиск перспективных гистологических красителей, обладающих новыми свойствами. В морфологии и гистологии уже используются люминесцентные метки, спаренные с разными антителами, специфичными к определенным антигенам в тканях. Кроме того, особый интерес представляют красители, локально меняющие свои свойства под действием окружения. Один из возможных окрашивающих препаратов, способных изменять свой спектр люминесценции под действием локального рН, – водный раствор наночастиц (квантовых точек) CdSe/ZnS [1]. Так, можно предположить, что патологические клетки имеют отличные от окружающих здоровых клеток метаболические свойства, приводящие к локальному отличию рН этих клеток от здоровых. Таким образом, актуально изучение подходов к сравнению спектров люминесценции данных наночастиц между разными тканями: патологическими и здоровыми.

Одним из таких подходов может стать определение схожести спектров, полученных от нескольких точек в пределах одного гистологического среза. Степень неоднородности спектров от точек одного среза может быть выражена численно, например, максимальной разностью между двумя наиболее различающимися спектрами. Далее, в предположении большей неоднородности физиологических параметров патологических тканей, можно допустить проявление этой неоднородности и в спектрах люминесценции наночастиц, чувствительных к продуктам метаболизма в данных тканях. Таким образом, в группе срезов патологических тканей мы будем иметь одно значение меры неоднородности, в группе срезов здоровых тканей – другое.

Цель представленной работы состоит в проверке предположения о том, что патологические и здоровые ткани обладают разной неоднородностью распределения локального рН. Это распределение может быть получено за счет анализа спектров люминесценции наночастиц CdSe/ZnS, водными рН-нейтральными растворами которых экспонируются здоровые и патологические ткани. Мерой различия между двумя спектрами выступает расстояние Канберры [2], мерой неоднородности

по гистологическому срезу – наибольшее расстояние Канберры, соответствующее двум наиболее различающимся спектрам.

Материалы и методы. Для проверки нашего предположения были использованы 15 гистологических образцов тканей толстого кишечника человека, окрашенных водными рН-нейтральными растворами наночастиц CdSe/ZnS. От каждого среза получены спектры люминесценции (длина волны возбуждения 633 нм) для 5 произвольных точек; гистологические срезы были разбиты на три группы: контрольную (5 срезов, полученных из здоровых тканей), опытную 1 (5 срезов из патологических тканей со сроком заболевания менее 5 лет), опытную 2 (5 срезов патологических тканей со сроком заболевания более 5 лет). Далее для спектров конкретного гистологического среза определялись пары расстояний Канберры (всего 10 расстояний), из которых определялось наибольшее, которое и рассматривалось как мера неоднородности данного гистологического препарата. Описанные дистанции Канберры определялись при помощи функции «canberra» из модуля «spatial. distance» пакета расширения «scipy» языка программирования «Python 3.10» [3]. Таким образом, нами получены 15 наибольших дистанций, распределенных по трем группам. На рисунке 1 приведены коробчатые диаграммы распределений наибольших дистанций Канберры в группах «Опыт 1», «Контроль», «Опыт 2».

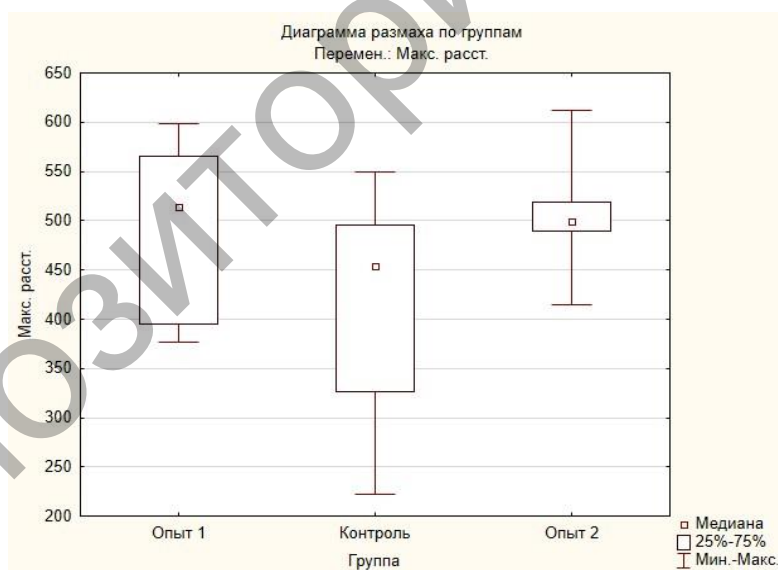


Рисунок 1. – Коробчатые диаграммы распределений максимальных расстояний Канберры между спектрами люминесценции наночастиц CdSe/ZnS в трех группах гистологических образцов

Из данных диаграмм видно, что медианное значение наибольшей разности в контроле ниже разностей в опытных группах, что косвенно подтверждает нашу гипотезу. Однако сравнение наибольших расстояний между тремя группами при помощи непараметрического критерия

Краскелла–Уоллиса указывает на отсутствие статистически значимых различий между группами ($H(2, N=15) = 1,86, p=0,3946$). Вероятно, это можно объяснить малым объемом выборки и малым количеством измерений для каждого гистологического образца.

Выводы. Полученные результаты позволяют говорить о косвенном подтверждении нашей гипотезы о том, что неоднородность распределения локального pH по гистологическому срезу связана с различиями спектров люминесценции наночастиц CdSe/ZnS, чувствительных к изменениям данного pH. Однако требуется увеличение объема выборки (необходимо больше срезов и большее количество точек, где регистрируются спектры) для более качественного статистического анализа. Кроме того, гипотезу о различиях спектров как следствии различий локальных pH можно проверить при помощи однофакторного многомерного дисперсионного анализа, где отдельный спектр будет рассматриваться как многомерная случайная величина, что станет дальнейшим направлением нашего исследования.

Литература

1. Мотевич, И. Г. Эффект штарка и наночастицы на основе CdSe/ZnS для субклеточного зондирования локального pH / И. Г. Мотевич, Н. Д. Стрелькаль, С. А. Маскевич. – 2019. – С. 208-212.
2. Foreword to the Special Issue on Hyperspectral Image and Signal Processing / D. Tuia [et al.] // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – 2015. – Vol. 8, № 6. – P. 2337-2340.
3. Distance computations (scipy.spatial.distance) – SciPy v1.10.1 Manual [Electronic resource]. – Mode of access: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/spatial.distance.html>. – Date of access: 18.01.2023.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ MOODLE ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В УЧРЕЖДЕНИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Давыдовская В. В., Цыбулич А. Н.,
Макаренко С. О., Кохан П. А.**

Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина

Актуальность. Сегодня современный учитель – это высокопрофессиональный педагог, использующий в своей работе информационные технологии, и так как время постоянно вносит свои коррективы