УДК 577.3

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНДОГЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ПИГМЕНТНЫХ НЕВУСОВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Дрёмин В.В.
Научный руководитель – к.т.н., доц. Дунаев А.В.
ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», Россия, г. Орёл

В последнее десятилетие оптическая спектроскопия интенсивно развивается и уже сегодня является удобным инструментом для неинвазивной диагностики биологических тканей человека. Биоткань состоит из молекул с конкретными биофизическими свойствами, которые определяются их химической структурой. Биофизические свойства кожных хромофоров, таких как меланин, гемоглобин, коллаген, кератин, липиды и др. могут быть изучены неинвазивно и в естественных условиях с использованием различных оптических спектроскопических методов [1]. Одним из таких методов является лазерная флуоресцентная диагностика (ЛФД), которая основана на анализе характеристик наведенной эндогенной флуоресценции в биотканях при их зондировании низкоинтенсивным лазерным излучением определенных длин волн. Данный метод имеет широкую область применения, включая онкологию, трансплантологию и косметологию. Метод ЛФД заключается в регистрации изменений флуоресцентной активности клеток пораженных тканей [2].

Данная работа посвящена оценке потенциальных возможностей исследования флуоресцентных свойств меланина на примере доброкачественных меланоцитарных соединений (пигментных невусов) с помощью метода ЛФД при исследованиях биоткани.

Большинство исследований в ЛФД в настоящее время проводятся при ультрафиолетовой длине волны возбуждения флуоресценции [3]. Однако, как известно [4], при ультрафиолетовом и видимом диапазоне длин волн возбуждения, меланин является фактически нефлуоресцирующим веществом и мощным поглотителем, что делает метод ЛФД менее информативным.

Исследования проводились на многофункциональном неинвазивном лазерном диагностическом комплексе «ЛАКК-М» (НПП «ЛАЗМА») [5]. Данный комплекс предназначен для исследования системы микроциркуляции крови и содержания биомаркеров в биологической ткани путем одновременного использования ряда неинвазивных методов. В данных исследованиях использовался канал лазерной флуоресцентной диагностики. Возбуждение эндогенной флуоресценции осуществлялось ультрафиолетовой (365 нм), зеленой (532 нм) и красной (637 нм) длинами волн. Анализируемым параметром являлась интенсивность (амплитуда в отн.ед.) в максимуме спектра флуоресценции $I(\lambda)$. В качестве объектов исследования выступали родимое пятно и более пигментированный невус (родинка) условно-здорового добровольца (мужчина 36 лет). Наряду с флуоресценцией пигментных невусов измерялась также флуоресцен-

ция обычной (интактной) ткани примерно на расстоянии не более 3 мм от объекта. Всего проводилось по 10 измерений на каждом объекте исследования.

На рис. 1 приведены типовые спектры эндогенной флуоресценции пигментных невусов (родинка и родимое пятно) и интактной ткани при 3-х длинах волн возбуждения.

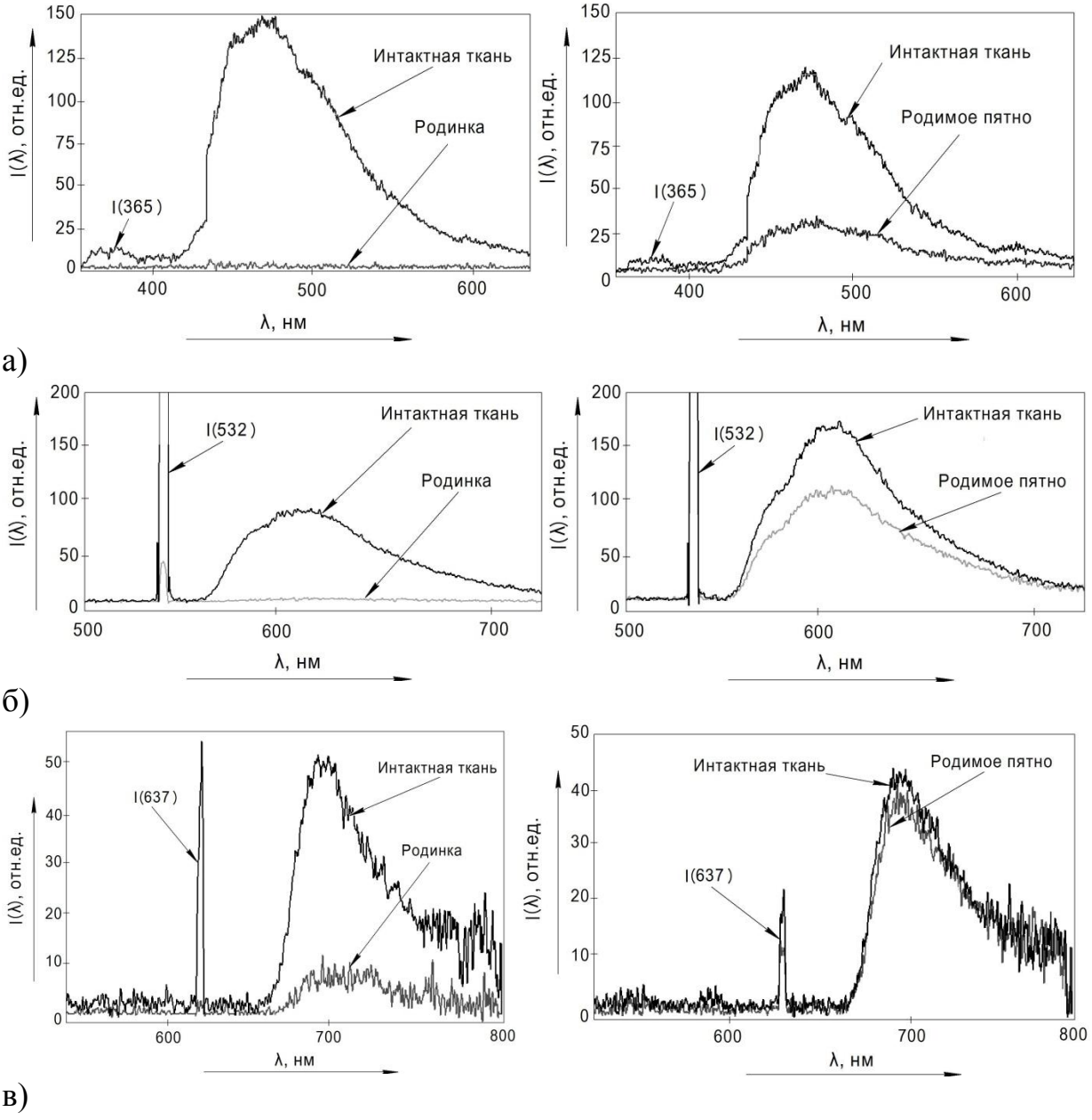

*Рис. 1.*Типовые примеры спектров эндогенной флуоресценции пигмент
ных невусов (родинка и родимое пятно) в сравнении с интактной тканью при УФ (а), зеленой (б) и красной (в) длинах волн возбуждения

Как видно из приведенных данных, флуоресценция для УФ и зеленой длин волн возбуждения фактически отсутствует для родинки и имеет низкие значения для менее пигментированного родимого пятна, что подтверждает тот факт, что меланин является сильным ослабителем флуоресценции для ультра-

фиолета и видимого диапазона. Флуоресценция для красной длины волны возбуждения более выражена для обоих объектов исследования.

Таким образом, представляется возможным сделать вывод, что метод ЛФД может быть потенциально полезен в оценке различий содержания меланина в пигментных изменениях кожи в естественных условиях. В настоящее время красная область спектра используется в основном лишь для изучения флуоресценции порфиринов [2]. Флуоресцентный сигнал, возбужденный красной областью спектра, может быть особенно полезен для неинвазивной диагностики таких патологий как злокачественная меланома, которую проблематично отличить от других пигментированных, но содержащих малое количество меланина поражений, с использованием УФ длины волны возбуждения флуоресценции. Перспективно использование метода ЛФД как вспомогательного инструмента диагностики в области косметологии при удалении невусов и различных пигментаций кожи. Кроме того, как показали проведённые оценочные эксперименты, флуоресцентные свойства меланина весьма зависимы от длины волны возбуждения, что, в свою очередь, требует дальнейшего детального исследования. Предполагается [6], что на большей длине волны (начиная с ближнего инфракрасного диапазона и выше) появится возможность регистрации значительно выраженной флуоресценции меланина.

Литература

1. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. Т. 2 / Пер. с англ. под ред. В.В.Тучина. – М., Физматлит, 2007. – 368 с.

2. Горенков Р.В., Карпов В.Н, Рогаткин Д.А., Шумский В.И. Хроническая гипоксия как один из факторов повышенной флуоресценции эндогенных порфиринов в живых биологических тканях // Биофизика, Т.52, № 4, 2007. – с.711-717.

3. Smirnova O.D., Rogatkin D.A., Litvinova K.S. Collagen as in vivo quantitative fluorescent biomarkers of abnormal tissue changes. // Journal of Innovative Optical Health Science, vol. 5, No.2, – 1250010, 2012.

4. Zonios G., Bykowski J., Kollias N., Skin melanin, hemoglobin, and light scattering properties can be quantitatively assessed in vivo using diffuse reflectance spectroscopy, J. Invest. Dermatol. 1452–1457, 2001.

5. Rogatkin D.A., Sokolovski S. G., Fedorova K. A., Stewart N. A., Sidorov V. V., Rafailov E. U. Basic principles of design and functioning of multifunctional laser diagnostic system for non-invasive medical spectrophotometry // SPIE Proc., vol. 7890, – 78901H, 2011

6. Huang Z., Zeng H., Hamzavi I.; Alajlan A.,Tan E., McLean DI., Lui H. Cutaneous melanin exhibiting fluorescence emission under near-infrared light excitation. JournalofBiomedicalOptics, vol. 11, issue 3, p. 034010, 2012.