УДК 616-073.584:616-058

МЕЗЕНЦЕВ М.А., ИЗОФАТОВ Г.Ю., ПОТАПОВА Е.В., ДРЕМИН В.В

MEZENTSEV M.A., IZOFATOV G.Yu., POTAPOVA E.V., DREMIN V.V.

**ОПТИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ДИАГНОСТИКЕ СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.**

**OPTICAL VISUALIZATION IN DIAGNOSTICS OF SOCIAL-IMPORTANT DISEASES: MODERN STATE AND PROSPECTS.**

**Аннотация.** *Методы оптической визуализации являются наиболее перспективными методами неинвазивной диагностики, позволяющими качественно диагностировать функциональные нарушения, сопровождающие социально значимые заболевания.*

**Ключевые слова**: оптическая визуализация, флуоресцентные изображения, диффузное отражение, гиперспектральные изображения, социально значимые заболевания.

**Abstract.** *Methods of optical visualization are the most promising methods of non-invasive diagnostics, allowing qualitatively diagnosing functional disorders that accompany socially significant diseases.*

**Keywords:** *optical visualization, fluorescence imaging, diffuse reflectance imaging,* *hyperspectral imaging,* *socially significant diseases.*

Методы оптического биоимиджинга (сбора информации путем наблюдения и регистрации оптических изображений) базируются на регистрации сигнала от объекта исследования для получения изображений различных слоев ткани с высокой селекцией по глубине и высоким пространственным разрешением.

Достоинствами оптических методов являются неинвазивность, возможность проведения бесконтактной диагностики, высокая чувствительность и минимальное влияние на исследуемые биообъекты.

К одним из интенсивно развивающихся современных методов оптического имиджинга относятся гиперспектральные измерения интенсивности флуоресценции и диффузного отражения, позволяющие проводить исследование содержания хромофоров и флуорофоров биологической ткани в реальном масштабе времени.

Данные методы основаны на построении гиперспектральных изображений, т.е. трёхмерного массива данных (гиперкуба), который включает в себя пространственную информацию об объекте, дополненную спектральной информацией по каждой пространственной координате. В [1] приведен обзор применения гиперспектральной визуализации в медицине. Метод получил широкое распространение в области диагностики перфузионно-метаболических нарушений, таких как опухолевые заболевания, а также осложнения при сахарном диабете и атеросклерозе – болезни, как правило, сопровождающейся повышенным кровяным давлением.

При флуоресцентной визуализации (флуоресцентном имиджинге) зондирующее излучение определенной длины волны возбуждает флуоресцентные молекулы-мишени (флуорофоры), способные в ответ испускать фотоны с большей длиной волны, которые регистрируются детектором. Возможна детекция флуоресценции как от эндогенных молекул (коллаген, гемоглобин, NADP), так и от искусственно внедренных в организм флуоресцентных белков и флуорофоров. Совершенствование методов флуоресцентной визуализации происходит в трех основных направлениях: технологическое совершенствование инструментальных методов анализа, получение новых флуоресцентных меток с улучшенными характеристиками, появление новых молекулярно-биологических подходов для внедрения флуоресцентных меток в организм [2].

Одной из оценок перфузионно-метаболического статуса биологических тканей является соотношение коферментов NADH и FAD, которое можно определить по интенсивности, либо же по времени жизни их эндогенной флуоресценции. Преимущества флуоресцентной диагностики, не требующей введения в организм меток, обладающей высоким быстродействием, хорошим контрастом биохимических особенностей ткани *in vivo*, делает этот метод одним из самых востребованных в различных областях современной медицины. В [3] приведен широкий обзор применения методов, основанных на исследовании времени жизни флуоресценции эндогенных флуорофоров. Среди болезней, для которых применяется данная диагностика, перечислены и социально-значимые заболевания: карцинома полости рта, опухоли головного мозга, другие типы онкологических патологий и атеросклеротические сердечно-сосудистые заболевания.

Спектры диффузного отражения биологической ткани претерпевают серьезные изменения во время прогрессирования заболеваний. Поэтому отраженный свет несет количественную диагностическую информацию о функциональном состоянии исследуемого биообъекта. Так, например, спектры диффузного отражения позволяют рассчитывать индекс гемоглобина, повышенное значение которого связано с высоким кровенаполнением ткани, преобладание в спектрах воды отражает отечность, снижение насыщения крови кислородом предполагает увеличение тканевого метаболизма.

Таким образом, гиперспектральные методы диффузного отражения способны обнаруживать локальные изменения в рассеивающих и поглощающих свойствах ткани на основе анализа суммарного спектра хромофоров, а флуоресцентный имиджинг может исследовать изменения в биохимическом составе ткани путем выявления уровней эндогенных флуорофоров.

В настоящее время особенно перспективными выглядят методы мультимодальной визуализации, когда в одном приборе реализовано несколько типов оптического имиджинга. Совмещение различных методов гиперспектральной визуализации позволит проводить двумерное картирование хромофоров (гемоглобин, билирубин) и флуорофоров (NADH, FAD, коллаген), оценивать динамику карт кислородного насыщения тканей, определять патологический статус тканей. Именно эти методы могут лечь в основу разработок новых способов диагностики функционального состояния организма при социально-значимых заболеваниях.

Библиографический список:

1. Lu G., Fei B. Medical hyperspectral imaging: a review // J. Biomed. Opt. 2014. Vol. 19, № 1. P. 10901.

2. Кучмий А.А., Ефимов Г.А., Недоспасов С.А. Методы молекулярной визуализации in vivo // Биохимия. 2012. Vol. 77. P. 1603–1620.

3. Marcu L. Fluorescence Lifetime Techniques in Medical Applications // Ann. Biomed. Eng. 2012. Vol. 40, № 2. P. 304–331.

References:

1. Lu G., Fei B. Medical hyperspectral imaging: a review // J. Biomed. Opt. 2014. Vol. 19, № 1. P. 10901.

2. Kuchmiy A.A., Efimov G.A., Nedospasov S.A. Methods of molecular imaging in vivo. // Biochemistry. 2012. Vol. 77. P. 1603-1620.

3. Marcu L. Fluorescence Lifetime Techniques in Medical Applications // Ann. Biomed. Eng. 2012. Vol. 40, № 2. P. 304–331.

**Мезенцев М.А.**, бакалавр кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация», *ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия. E-mail:* [*m*](mailto:sema295@yandex.ru)*ezentseff.mihail@yandex.ru*

**Mezentsev M.A.,** bachelor of the Department of Instrument Engineering, Metrology and Certification, *Orel state University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia. E-mail:* [*m*](mailto:sema295@yandex.ru)*ezentseff.mihail@yandex.ru*

**Изофатов Г.Ю.**, бакалавр кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация», *ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия. E-mail:* [*egorizofatov@gmail.com*](mailto:sema295@yandex.ru)

**Izofatov G.Yu.**, bachelor of the Department of Instrument Engineering, Metrology and Certification, *Orel state University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia. E-mail:* [*egorizofatov@gmail.com*](mailto:sema295@yandex.ru)

**Потапова Е.В.**,к.т.н., доцент кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация», *ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия. E-mail:* [*elenasweet2007@gmail.com*](mailto:elenasweet2007@gmail.com)

**Potapova E.V.**,PhD degree, docent of the Department of Instrument Engineering, Metrology and Certification, *Orel state University named after I. S. Turgenev, Orel, Russian Federation. E-mail:* [*elenasweet2007@gmail.com*](mailto:elenasweet2007@gmail.com)

**Дрёмин В.В.**,к.т.н., научный сотрудник Научно-технологического центра биомедицинской фотоники, *ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орёл, Россия. E-mail:* [*dremin\_viktor@mail.ru*](mailto:dremin_viktor@mail.ru)

**Dremin V.V.**, PhD degree, researcher of the Research and Development Center of Biomedical Photonics, *Orel state University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia. E-mail:* [*dremin\_viktor@mail.ru*](mailto:dremin_viktor@mail.ru)

Тезисы публикуются впервые.



М.А. Мезенцев

Г.Ю. Изофатов

30.11.2017

30.11.2017





Е.В. Потапова

В.В. Дрёмин

30.11.2017

30.11.2017

