

**ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОФЛУОРЕСЦЕНЦИИ КОЖИ В РАЗНЫХ  
ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАКОПЛЕНИЯ КОНЕЧНЫХ  
ПРОДУКТОВ ГЛИКИРОВАНИЯ**

К.В. Нечушкина, Е.В. Жарких, Е.В. Потапова

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл

*В работе рассмотрено применение метода флуоресцентной спектроскопии для оценки накопления конечных продуктов гликирования у представителей разных возрастных групп.*

**Ключевые слова:** флуоресцентная спектроскопия, конечные продукты гликирования, старение

**THE STUDY OF SKIN AUTOFLUORESCENCE IN DIFFERENT AGE  
GROUPS FOR EVALUATION OF ADVANCED GLYCATION  
END-PRODUCTS ACCUMULATION**

K.V. Nechushkina, E.V. Zharkikh, E.V. Potapova

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel

*In the paper the application of fluorescent spectropy for the analysis of advanced glycation end-products accumulation among representatives of different age groups is presented.*

**Keywords:** fluorescence spectroscopy, advanced glycation end-products, aging

Старение – это сложный биологический процесс постепенного нарушения функций клеток, тканей и органов, связанный с накоплением в организме тех или иных повреждений, в том числе различного рода химических веществ, которые не могут быть переработаны [1]. К побочным продуктам метаболизма в некоторой степени можно отнести белки, подвергшиеся процессу самопроизвольной модификации и сшиванию молекулами сахаров, в основном глюкозы, в процессе гликирования.

Модифицированные в результате неферментативного соединения с глюкозой белки, так называемые конечные продукты гликирования (КПГ), ухудшают структурную целостность и физиологическую функцию множества систем органов, вызывая воспалительные, тромбогенные и фиброзные реакции. Тем самым КПГ участвуют в развитии и прогрессировании различных расстройств, связанных с возрастом, диабетом, сердечно-сосудистыми заболеваниями, болезнью Альцгеймера, остеопорозом, онкологическими заболеваниями и являются их биомаркерами [2, 3]. Своевременный и достоверный контроль содержания КПГ в тканях позволит выявлять на ранней стадии и избегать дальнейшего развития осложнений хронических и возрастных заболеваний.

В последнее время широкое распространение для изучения

биохимических изменений в тканях получил метод флуоресцентной спектроскопии. Накопленные данные свидетельствуют о том, что аутофлуоресценция (АФ) кожи коррелирует с наличием КПП [4, 5]. Метод основан на изучении интенсивности эндогенной флуоресценции некоторых модифицированных в результате гликирования белков (пентозидина, эластина, коллагена). Также метод флуоресцентной спектроскопии используется для оценки состояния обменных процессов в биологических тканях. Проведенные ранее исследования показали, что на регистрируемый сигнал флуоресценции при оценке метаболических нарушений у больных диабетического профиля влияет множество факторов, что вызывает сложность интерпретации полученных данных [6].

Таблица 1 – Результаты исследований

Наименование параметра, единица измерения	Группа 1	Группа 2
1	2	3
Среднее значение амплитуды флуоресценции на 365 нм, отн. ед	79,2±41,2	76,7±38,0
Среднее значение амплитуды флуоресценции на 450 нм, отн. ед	184,9±62,5	201,6±68,9
Среднее значение обратно-отраженного излучения на 365 нм, отн. ед.	49,9±26,4	39,4±26,3
Среднее значение обратно-отраженного излучения на 450 нм, отн. ед.	217,3±65,7*	165,0±63,8*
Среднее значение нормированной амплитуды флуоресценции на 365 нм, отн. ед	1,7±0,5*	2,4±0,9*
Среднее значение нормированной амплитуды флуоресценции на 450 нм, отн. ед	0,9±0,2*	1,3±0,5*
* – статистическая значимость различий значений параметров по критерию Манна-Уитни (p<0.05)		

Целью данной работы явилось исследование зависимости аутофлуоресценции кожи от возрастного фактора с целью дальнейшей оценки накопления конечных продуктов гликирования и уточнения влияния возрастного фактора на полученные диагностические данные.

Были проведены экспериментальные исследования с применением метода флуоресцентной спектроскопии. В исследованиях использовался многофункциональный лазерный неинвазивный диагностический комплекс «ЛАКК-МЦ» (ООО НПП «ЛАЗМА», Россия). Световодный зонд устанавливался на тыльной стороне стопы в точке, расположенной на плато

между 1-ым и 2-ым пальцем.

Исследование представляло собой последовательную регистрацию двух спектров флуоресценции: при возбуждении УФ (365 нм) и синим (450 нм) светом. В данном исследовании приняли участие 2 группы условно-здоровых добровольцев. В первую группу вошло 15 человек, средний возраст которых составил  $20 \pm 1$  год. Во вторую группу вошло 15 человек, средний возраст которых составил  $50 \pm 5$  лет.

При проведении экспериментов производилась регистрация интенсивности флуоресценции и обратно-отраженного излучения биоткани. Анализируемыми параметрами были амплитуды флуоресценции, нормированные на интенсивность обратноотраженного излучения возбуждения. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Интенсивность АФ кожи оказалась достоверно более высокой в старшей возрастной группе. Полученные результаты свидетельствуют о зависимости интенсивности флуоресценции от возраста, что может указывать на более высокий уровень накопления КПП в коже у представителей второй группы.

Таким образом, показана возможность применения метода флуоресцентной спектроскопии для контроля накопления КПП при возрастных заболеваниях, а также обоснована необходимость учитывать возрастные изменения при разработке диагностических критериев на основе флуоресцентной спектроскопии. Дальнейшие перспективы развития исследований лежат в поисках корреляции автофлуоресценции кожи с другими влияющими факторами и клиническом применении метода.

#### *Библиографический список*

1. Сергиев, П. В. Теории старения. Неустаревающая тема [Текст] / Сергиев П. В., Донцова О. А., Березкин Г. В. // Acta Naturae (русскоязычная версия). - 2015. №1 (24). С. 9-20.
2. Meerwaldt, R. Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation [Text] / R. Meerwaldt, R. Graaf, P.H.N. Oomen, T.P. Links, J.J. Jager, N.L. Alderson, S.R. Thorpe, J.W. Baynes, R.O.B. Gans, A.J. Smit // Diabetologia. – 2004. – Vol. 47. – P. 1324-1330.
3. Sell, D.R. Pentosidine: a molecular marker for the cumulative damage to proteins in diabetes, aging, and uremia [Text] / D.R.Sell, R.H. Nagaraj, S.K. Grandhee, P. Odetti, A. Lapolla, J. Fogarty, V.M. Monnier // Diabetes/Metabolism Reviews. – 1991. – Vol. 7. – P. 239-251
4. Noordzij, M. J. Skin autofluorescence and risk of micro- and macrovascular complications in patients with Type 2 diabetes mellitus—a multi-centre study [Text] / M. J. Noordzij, M. J., Mulder, D. J., Oomen, P. H., Brouwer, T. , Jager, J. , Castro Cabezas, M. , Lefrandt, J. D. and Smit, A. J. // Diabetic Medicine. – 2012. – Vol. 29. – P. 1556-1561.
5. Tanaka, K. Skin Autofluorescence Is Associated with the Progression of Chronic Kidney Disease: A Prospective Observational Study [Text] / Tanaka K, Nakayama

M, Kanno M, Kimura H, Watanabe K, et al. // PLOS ONE. – 2013. – Vol. 8. – №12. – P. e83799.

6. Dremin, V. Multimodal optical measurement for study of lower limb tissue viability in patients with diabetes mellitus [Text] / V. Dremin, E. Zherebtsov, V. Sidorov, A. Krupatkin, I. Makovik, A. Zherebtsova, E. Zharkikh, E. Potapova, A. Dunaev, A. Doronin, A. Bykov, I. Rafailov, K. Litvinova, S. Sokolovski, E. Rafailov // Journal of Biomedical Optics. – 2017. – Vol. 22. – № 8. – P.085003.

УДК 616.37+535

### **ЛАЗЕРНАЯ СПЕКЛ-КОНТРАСТНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИШЕМИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

Е.С. Серёгина, М.А. Мезенцев, И.О. Козлов, В.В. Шуплецов,  
В.В. Дрёмин

Научно-технологический центр биомедицинской фотоники Орловский  
государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел

*Рассматривается применение лазерной спекл-контрастной визуализации, метода быстрого получения изображений, в котором обратно рассеянный свет используют для того, чтобы контрастировать динамические объекты от неподвижных, для оценки влияния ишемии поджелудочной железы мыши.*

**Ключевые слова:** *Лазерная спекл-контрастная визуализация, острый панкреатит, микрогемодинамика*

### **LASER SPECKLE-CONTRAST IMAGING OF PANCREATIC ISCHEMIA IN LABORATORY ANIMALS**

Seryogina E.S., Mezentsev, M.A., Kozlov I.O., Shupletsov V. V.,  
Dremin V.V.

Research and Development Center of Biomedical Photonics, Orel State  
University named after I.S. Turgenev, Orel

*Discusses the use of laser speckle contrast imaging, a rapid method of obtaining images in which the back scattered light is used in order to contrast the dynamic objects from a fixed, to assess the effect of ischemia of the pancreas of the mouse.*

**Keywords:** *Laser speckle-contrast imaging, acute pancreatitis, microhemodynamics*