

оптической системы, описанные выше. Заданные явно математические функции обеспечивают открытость модели в целом и доступность её модификации пользователем.

Список использованных источников

1. Meerwaldt, R. Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation [Текст] / R. Meerwaldt, R. Graaff, P. H. N. Oomen et al. // Diabetologia, 2004; 47: 1324– 1330.

2. Kornilin, D.V. Portable fluorescence meter with reference backscattering channel [Электронный ресурс] / D.V. Kornilin, V.N. Grishanov, V.P. Zakharov, D.S. Burkov // Proc. SPIE, 2016; 9961. 99610C: 1-8. doi:10.1117/12.2237135.

3. Галиева, А.М. Фотометрическая модель лазерного диагностического флуориметра с точечными фотоприёмниками. [Электронный ресурс] / А.М. Галиева, К.В. Черепанов, В.Н. Гришанов - Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2017. – С. 873 – 876.

УДК 681.785

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ФЛУОРИМЕТР И ЕГО КЛИНИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

В.С. Куликов¹, В.Н. Гришанов¹, Д.Е. Копаев²

¹ Самарский университет, г. Самара

² Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина,
г. Самара

Измерение интенсивности вынужденной эндогенной флуоресценции кожи – автофлуоресценции (АФ) - *in vivo* с диагностическими целями интенсивно внедряется в медицинскую практику многими научными группами. За рубежом был разработан прибор AGE Reader, чей принцип работы базируется на возбуждении ультрафиолетовым (УФ) излучением ртутной лампы автофлуоресценции кожи, обусловленной накоплением в ней конечных продуктов гликирования (КПГ). В качестве фотоприемника в AGE Reader применяется спектрометр [1]. В разработанном нами приборе ртутная лампа была заменена на УФ-светодиод, а в целях снижения стоимости спектрометр заменен на пару фотодиодов, посредством которых организованы 2 фотоприёмных канала: канал измерения интенсивности АФ и канал измерения интенсивности упругого рассеяния УФ излучения кожей. Испытания разработанного флуориметра позволили выявить возрастные отличия кожи [2], а настоящее исследование посвящено апробации прибора на больных ишемической болезнью сердца (ИБС), т.к.

АФ может служить признаком нормального или аномального протекания болезни [1].

Диагностическим параметром флуориметра AUF является отношение выходных сигналов канала измерения АФ I_f и упругого рассеяния I_b :

$$AUF = k(I_f / I_b), \quad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности. Введение канала упругого рассеяния и выбор в качестве диагностического параметра отношения сигналов необходимо для компенсации индивидуальных различий оптических свойств кожи.

Процедура измерения параметра AUF состоит в записи в файл идентификатора пациента, его возраста, пола, факта курения и диагноза. Затем внутренняя сторона предплечья прикладывается к защитному стеклу окна флуориметра и запускается программа, обеспечивающая запись в файл 1000 пар отсчётов токов фотодиодов и расчёт по ним значения AUF в соответствие с выражением (1), что занимает всего 20 с. Сохранённые файлы результатов подвергаются стандартной статистической обработке.

АФ кожи больных ИБС была исследована в условиях кардиологического отделения Самарской областной клинической больницы им. В.Д. Середавина. 71 больных (женщин - 23, мужчин – 48, в возрасте от 34 до 87 лет), поступивших по экстренным показаниям, составили основную группу. Острый инфаркт миокарда диагностирован у 52 больных, у 16 - нестабильная стенокардия. Группу контроля составили 119 практически здоровых пациента, сопоставимые по возрасту, полу, статусу курения. Исследование АФ проводилось в группе больных ИБС через 7 - 11 дней после поступления в стационар.

Рассчитывался коэффициент ранговой корреляции r Спирмена диагностического параметра AUF с возрастом и уровень статистической значимости p как в группе больных, так и в контрольной группе. Для контрольной группы $r = 0,80$ ($p < 0,001$) наблюдается тесная статистическая связь диагностического параметра AUF с возрастом при высоком уровне значимости этой связи. Эти данные подтверждают точку зрения об участии КПГ в биотрансформации структурных элементов тканей, что является неотъемлемым признаком старения. Для больных $r = 0,17$ ($p < 0,17$) корреляционная связь слабая при отсутствии её статистической значимости, т.е. у пациентов с ИБС сам патологический процесс, сопровождающийся метаболическим стрессом, также характерным и для старения перекисным окислением и гликированием, доминирует, нарушая возрастную зависимость.

В группе пациентов с острыми формами ИБС параметр AUF был существенно выше. Нами не выявлено гендерных различий АФ как в группе больных, так и в контрольной группе. Существенным, также следует считать и отсутствие корреляции возраста с АФ в группе больных,

что подтверждает точку зрения о том, что АФ в этой группе определяется самим патологическим процессом, связанным с метаболическим стрессом на фоне гликирования и перекисного окисления.

Результаты статистической обработки значений *AUF* для испытуемых, предварительно разбитых на достаточно широкие возрастные интервалы, сведены в табл. 1. В таблицу включены результаты с достаточно представительным количеством испытуемых.

Таким образом, данный прибор может быть использован для стратификации сердечно-сосудистого риска у пациентов с различным спектром заболеваний (сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, хроническая почечная недостаточность), связанных с интенсификацией процессов, характеризующих метаболический стресс, – гликирование и перекисное окисление.

На больных ИБС подтверждена методика статистической обработки экспериментальных результатов, описывающих возрастные изменения содержания КПП, детектируемым флуоресцентными методами, заключающаяся в группировке испытуемых по представительным возрастным интервалам и усреднении значений диагностического параметра внутри них.

Таблица 1- Статистика значений параметра *AUF*

| Возрастной диапазон (лет) | Центр диапазона (лет) | Здоровые | | | | Больные ИБС | | | |
|---------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------|
| | | Количество испытуемых (чел.) | Сред. ариф. <i>AUF</i> , (усл. ед.) | SD (усл. ед.) | SEM (усл. ед.) | Количество испытуемых (чел.) | Сред. ариф. <i>AUF</i> , (усл. ед.) | *SD (усл. ед.) | **SEM (усл. ед.) |
| 16-25 | 20 | 50 | 0,069 | 0,016 | 0,002 | | | | |
| 26-35 | 30 | 18 | 0,093 | 0,022 | 0,005 | | | | |
| 36-45 | 40 | 18 | 0,107 | 0,019 | 0,005 | 3 | 0,132 | 0,027 | 0,015 |
| 46-55 | 50 | 18 | 0,123 | 0,022 | 0,005 | 14 | 0,143 | 0,035 | 0,009 |
| 56-65 | 60 | 11 | 0,133 | 0,034 | 0,010 | 26 | 0,150 | 0,022 | 0,005 |
| 66-75 | 70 | 2 | 0,137 | 0,041 | 0,029 | 14 | 0,140 | 0,020 | 0,005 |
| 76-85 | 80 | | | | | 12 | 0,155 | 0,029 | 0,008 |

*SD – стандартное отклонение;

**SEM – стандартная ошибка среднего

Список использованных источников

1. D. J. Mulder, P. L. van Haelst, R. Graaff et al. Skin autofluorescence is elevated in acute myocardial infarction and is associated with the one-year incidence of major adverse cardiac events // Netherlands Heart Journal 2009 v. 17(4), 162 – 168.

2. D.V. Kornilin, V.N. Grishanov, V.P. Zakharov et al., "Portable fluorescence meter with reference backscattering channel", Proc. SPIE 9961, Reflection, Scattering, and Diffraction from Surfaces V, 99610C (September 26, 2016); doi:10.1117/12.2237135