

Исследование оптически неоднородных структур миокарда методом спектрально-селективной лазерной автофлуоресцентной поляриметрии для посмертной диагностики острой коронарной недостаточности

Бачинский В. Т., Ванчуляк О. Я., Беженарь И. Л.

Введение

Диагностика острой коронарной недостаточности (ОКН) в первые часы с момента ее возникновения является сложной задачей судебно-медицинской практики. Из-за внезапности события и отсутствия свидетелей возникает вопрос о насильственном характере смерти [5]. Поэтому для подтверждения ОКН стало неизбежным усовершенствование существующих и разработка новых методов объективной идентификации указанного патологического состояния [1–5]. Нами продемонстрировано эффективность сочетания автофлуоресцентного и Мюллер-матричного анализа срезов миокарда для диагностики ОКН. Также можно проводить селективное изучение автофлуоресцентного излучения определенного светового диапазона с целью повышения точности метода, что одновременно даст возможность представить биохимические и структурные изменения в сердечных гистiocитах в случае острой ишемии.

Целью исследования было изучить возможности использования спектрально-селективной лазерной автофлуоресцентной поляриметрии (ССЛАП) оптически неоднородных структур миокарда для посмертной диагностики ОКН.

Материалы и методы

Было исследовано 69 образцов миокарда при ОКН, 69 – при хронической ишемической болезни сердца (ХИБС) и 20 образцов контрольной группы от трупов, которые умерли в результате насильственной смерти с коротким агональным периодом.

Экспериментальные измерения проводились в стандартном расположении стока поляриметра, модифицированного для автофлуоресцентных исследований [3–5].

Измерение координатных распределений интенсивности автофлуоресценции проводилось в плоскости светочувствительной пластинки цифровой камеры. Значение полученных данных Мюллер-матричных инвариантов были определены оптической активностью молекул миозина и степенью кристаллизации миокарда в трех спектрах: коротковолновом ($\Delta\lambda_{\max} = 0,45 \text{ mkm} \div 0,46 \text{ mkm}$), средневолновом ($\Delta\lambda_{\max} = 0,5 \text{ mkm} \div 0,55 \text{ mkm}$) и длинноволновом ($\Delta\lambda_{\max} = 0,63 \text{ mkm} \div 0,65 \text{ mkm}$). Статистические моменты первого-четвертого порядков ($M_{1,2,3,4}$) были рассчитаны для каждого из них.

Результаты и выводы

Полученные данные свидетельствует о наличии лазер-индуцированной аутофлуоресценции нативных срезов миокарда во всех спектральных диапазонах. Наибольшая интенсивность аутофлуоресценции изображений миокарда представлена в коротковолновой области светового спектра, наименее интенсивными изображения являются в длинноволновой области спектра. Полученные данные обусловлены максимальной оптической активностью белковых цепей, образованных миозином, коллагеном, эластином и НАД в коротковолновой области спектра флуоресценции.

Нами наблюдалось уменьшение интенсивности аутофлуоресценции изображений нативных участков миокарда и при ОКН, и при ХИБС, что препятствует прямому подтверждению острой ишемии миокарда только на основании наличия интенсивности флуоресценции в зависимости от области спектра. Статистически же определенные изменения структуры аутофлуоресценции изображений между группами исследования сопровождаются увеличением среднего (M_1) и дисперсии (M_2) статистических моментов (таблица 1).

Таблица 1

Статистические моменты $M_{(1,2,3,4)}$ ССЛАП в коротковолновом спектре

| Статистические моменты | Причина смерти | | |
|------------------------|--------------------|------------------|------------------|
| | Контроль (n=20) | ХИБС (n=69) | ОКН (n=69) |
| Среднее, M_1 | $0,36 \pm 0,025$ | $0,51 \pm 0,037$ | $0,67 \pm 0,051$ |
| Дисперсия, M_2 | $0,12 \pm 0,009$ | $0,19 \pm 0,018$ | $0,27 \pm 0,023$ |
| Ассиметрия, M_3 | $0,44 \pm 0,032$ | $0,36 \pm 0,033$ | $0,41 \pm 0,031$ |
| Экссесс, M_4 | $0,41 \pm 0,03$ | $0,39 \pm 0,034$ | $0,35 \pm 0,028$ |

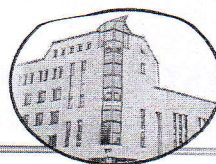
Аналогические статистические измерения проводились в средне- и длинноволновом спектральных диапазонах.

Статистические моменты M_1 (среднее) и M_2 (дисперсия), которые характеризуют распределения значений ССЛАП срезов миокарда в разных спектральных диапазонах, являются наиболее чувствительными. Метод ССЛАП микроскопии срезов миокарда в коротковолновой части спектра может быть использован для дифференциальной диагностики ОКН и ХИБС и увеличивает возможность диагностического теста при высоком качестве образцов и хорошем воспроизведении данных.

Полученные результаты позволяют утверждать, что Мюллер-матричное отображение оптической неоднородности молекул эндогенных флуорофоров позволяет с высокой точностью диагностировать ОКН.

Литература

1. Салмин, В. В. УФ лазер-индуцированная аутофлуоресцентная спектроскопия для медицинской диагностики : автореф. дис. докт. физ.-мат. наук / В. В. Салмин // ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики». – 2012. – 45 с.
2. Тучин, В. В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике / В. В. Тучин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 811 с.



3. Correlation-and singular-optical approaches in diagnostics of polarization in homogeneity of coherent optical fields from biological tissues / O. V. Angelsky, A. G. Ushenko, A. O. Angelska, Y. A. Ushenko // Ukr. J. Phys. Opt. – 2007. – Vol. 8. – № 2. – P. 106.

4. Diagnostics of optical anisotropy changes in biological tissues using Müller matrix / Y. A. Ushenko, Y. Y. Tomka, A. V. Dubolazov, O. Y. Telenga // Quantum Electron. – 2011. – № 41(3). – P. 273–277.

5. Diagnostic yield in sudden unexplained death and aborted cardiac arrest in the young : the experience of a tertiary referral center in The Netherlands / C. Van der Werf, N. Hofman, H. L. Tan [et al.] // Heart Rhythm. – 2010. – Vol. 7, № 10. – P. 1383–1389.