

Использование фрактального анализа поляризационно-неоднородных лазерных изображений миокарда при диагностике острой коронарной недостаточности

• д.м.н., проф. В.Т. Бачинский, О.Я. Ванчуляк, М.С. Гараздюк, Ю.В. Саркисова

Аннотация: в статье приводится обоснование использования фрактального анализа для анализа лазерных поляризационных изображений миокарда человека. Освещены основные характеристики изображений миокарда при острой ишемии, полученные методом фрактального анализа. Обосновывается перспективность использования фрактального анализа фазовых лазерных изображений миокарда для установления внезапной сердечной смерти. Показано простоту исполнения и точность определения участков ишемии миокарда.

Ключевые слова: фрактальный анализ, миокард, судебно-медицинская экспертиза, острая коронарная недостаточность

Use of fractal analysis of polarization-nonuniform laser images of the myocardium in the diagnosis of acute coronary insufficiency

• V.T. Bachinskiy, O. Ya. Vanchulyak, M. S. Harazdyuk, Y. V. Sarkisova

Abstract: This article provides a justification for the use of fractal analysis to analyze laser polarization images of the myocardium. It highlights the key features of images of the myocardium during conditions of acute ischemia, obtained by the method of fractal analysis. The article substantiates the prospects of using fractal analysis of phasic laser images of the myocardium to identify sudden cardiac death. The article shows the simplicity of execution and accuracy of the areas of myocardial ischemia determination.

Keywords: fractal analysis, myocardium, forensics, acute coronary insufficiency

В медицинской практике установления факта наступления смерти в результате острой коронарной недостаточности (ОКН) является весьма трудной задачей, что обусловлено скудностью морфологических изменений структуры сердечной мышцы, особенно, если от начала ишемии прошло мало времени. Учитывая распространенность ОКН в практике судебно-медицинского эксперта (до 10% вскрытий) и трудности диагностики данного состояния, перспективным является поиск методов установления структурных перестроек миокарда человека в условиях ОКН.

Так как фибриллярные структуры миокарда обладают свойствами одноосных жидких кристаллов, то данные свойства могут быть обнаружены с помощью их способности изменять плоскость поляризации лазерного пучка, то есть методом лазерной поляриметрии. Именно поэтому нами предлагается использование фрактального анализа карт азимуты поляризации лазерных изображений срезов ткани миокарда человека для поиска диагностических признаков наступления смерти в результате ОКН.

Материал исследования был разделен на две группы: 87 образцов миокарда трупов людей, умерших вследствие хронической ишемической болезни сердца (ХИБС), и 90 образцов миокарда трупов, умерших от ОКН. Исследование структуры лазерных изображений ткани миокарда проводилось в традиционном расположении лазерного поляриметра. В результате была получена серия

поляризационных изображений образцов миокарда человека и проведен их сравнительный анализ.

Далее рассчитывались координатные распределения (поляризационные карты) азимуты поляризации изображений биологических объектов с использованием соотношения:

$$\beta(m \times n) = \arctg(I_{\min}(m \times n) / I_{\max}(m \times n));$$

Фрактальный анализ распределений $\beta(m \times n)$ проводился путем расчета логарифмических зависимостей $\log J(\beta) - \log d^{-1}$ спектров мощности $J(\beta)$:

$$J(\beta) = \int \beta \cos 2\pi v dv,$$

где $v = d^{-1}$ пространственные частоты определяются геометрическими размерами (d) структурных элементов лазерного изображения.

Зависимости $\log J(\beta) - \log d^{-1}$ аппроксимируются методом наименьших квадратов в кривые $V(\eta)$, для прямых участков которых определяются углы наклона η и вычисляются фрактальные F^{β} размерности по соотношению:

$$F^{\beta} = 3 - \eta.$$

Для оценки распределений $\log J(\beta) - \log d^{-1}$ исчислялась совокупность статистических моментов 1–4-го порядков.

При анализе поляризационно визуализированных лазерных изображений образцов миокарда обнаружено, что значительный вклад в формирование распределений эллиптичности поляризации дают оптико анизотропные миозиновые структуры. Данный факт подтверждает наличие большого количества светлых участков, поляризационно трансформированных вследствие влияния оптической анизотропии вещества миозина в изображениях срезов миокарда обеих групп.

Морфологические изменения ткани миокарда вследствие ОКН проявляются в формировании локальных кластеров анизотропных структур – в соответствующих визуализированных изображениях внеклеточной матрицы срезов таких тканей наблюдается определенная координатная локализация светлых участков.

Проведенный анализ координатной структуры поляризационной карты свидетельствуют о некотором росте дволучепреломления (участки с отличными от 45° значениями β) вещества внеклеточной матрицы образца ткани миокарда второй группы.

В дальнейшем мы установили логарифмические зависимости спектров мощности распределений эллиптичности поляризации лазерных изображений гистологических срезов ткани миокарда обеих исследуемых групп и обнаружили значительную разницу между ними.

Для первой группы распределение $\beta(m \times n)$ фрактальное – зависимость $\log J(\beta) - \log d^{-1}$ характеризуется постоянным наклоном $\eta = const$ аппроксимирующей кривой $V(\eta)$.

Для второй группы распределение $\beta(m \times n)$ статистическое – для аппроксимирующих кривых $V(\eta)$ отсутствует стабильное значение угла наклона $\eta \neq const$.

Следует ожидать, что качественно проанализированные оптические проявления изменений морфологического строения ткани миокарда, вследствие различных причин наступления смерти, более отличимые в различиях величин и диапазонов изменения статистических моментов 1–4-го порядков, которые характеризуют логарифмические зависимости спектров мощности распределений эллиптичности поляризации лазерных изображений исследуемых образцов.

Вычисление значений и диапазонов изменений величины статистических моментов Z_k^{β} , характеризующих распределения логарифмических зависимостей $\log J(\beta) - \log d^{-1}$ эллиптичности поляризации лазерных изображений срезов ткани миокарда обеих групп, показа-

до значительные различия между дисперсией (1,45 раза), асимметрией (4 раза) и эксцессом (3,4 раза).

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования мы выяснили, что распределения азимутов поляризации лазерных изображений тканей миокарда при острой коронарной недостаточности статистические; различия между дисперсией составляют 1,4 раза, асимметрией – 4 раза и эксцессом – 3,4 раза. Полученные экспериментальные данные предоставляют основу для использования метода фрактального анализа лазерных поляриметрических изображений для диагностики острой коронарной недостаточности. Данный метод исследования позволяет не только диагностировать острую коронарную недостаточность, но и дифференцировать ее с другими патологическими состояниями, когда другие методы исследования являются неэффективными.

Иновационные решения для стандартизации преаналитического этапа в судебной гистологии

- Э. В. Буланова, И. А. Фролова
Бюро судебно-медицинской экспертизы
Московской области (нач. — д. м. н., проф.
В. А. Клевню)

Аннотация: Статья посвящена сбору, передаче, фиксации и декальцификационным протоколам с оптимизацией для гистологических исследований в судебно-медицинской медицине. На оборудовании фирмы «Milestones» был опробован полный протокол аутопсийного материала (от момента вырезки до гистологического препарата).

Ключевые слова: аутопсийный материал, фиксация, декальцинация, парафиновые блоки гистологический препарат

Innovative solutions for standardizing pre-analytical phase in the judicial histology

A. V. Bulanova, I. A. Frolova

Abstract: The article is devoted to the collection, transfer, fixing and decalcification protocols optimized for histological studies in forensic medicine. On the equipment "Milestones" full autopsy protocol has been tested (from the cuts to the histological preparation).

Keywords: autopsy, fixation, decalcification, paraffin blocks, histological preparation

В современной патогистологии, до сих пор, нет единого документированного протокола из преаналитических шагов из организма умершего к фиксации. Лабораторные исследования являются наиболее чувствительными показателями при составлении диагноза. Наиболее важные решения в отношении аутопсийного материала опираются на небольшие и незначительные изменения показателей лабораторных тестов.

Преаналитический этап занимает достаточно много времени в едином процессе выполнения лабораторных исследований. Появление даже незначительных ошибок на преаналитическом этапе неизбежно приводит к искажению качества окончательных результатов. Как бы хорошо в дальнейшем лаборатория не выполняла исследования, ошибки на преаналитическом этапе не позволят получить достоверные результаты.

Вместе с тем, наиболее частыми причинами неправильного результата лабораторных исследований являются

ошибки, допущенные на преаналитическом этапе: неправильное взятие аутопсийного материала, его фиксация и транспортировка. По нашим данным, на преаналитический этап приходится до 46% всех лабораторных ошибок.

Лабораторные ошибки чреваты потерей времени и средств на проведение повторных исследований, а их более серьезным следствием, может стать неправильный диагноз.

Основные причины высокого количества ошибок:

- отсутствие стандартов качества выполнения процедур преаналитического этапа;
- не всегда правильное взятие аутопсийного материала и неправильная его транспортировка;
- отсутствие современных автоматических анализаторов, и этой связи – качества обучения среднего медицинского персонала правилам и технике выполнения процедур преаналитического этапа.

Новые автоматические анализаторы весьма чувствительны к качеству исследуемого биологического материала, и это предъявляет более высокие требования к условиям взятия, хранения и срокам доставки.

При централизации лабораторных исследований пробы биологического материала из разных отделений доставляются в центральную лабораторию, расположенную иногда за десятки километров. Поэтому для обеспечения качественного выполнения процедур преаналитического этапа в каждом отделении необходимо разработать внутренний стандарт преаналитического этапа и обеспечить его выполнение средним медицинским персоналом. В частности, необходимо регламентировать следующее:

- время для фиксации (как можно быстрее)
- размеры образцов аутопсийного материала (должны быть нарезаны на кусочки по 5–10 мм)
- объём нейтрального буфера формалина (должен быть достаточным для размещения материала)
- ведение записи для каждого образца обязательно (время фиксации, длительность фиксации)
- оптимальное время фиксации (не менее 6, не более 72 часов).

Цикл производства лабораторного продукта принято разделять на три этапа: преаналитический, аналитический и постаналитический. Если преаналитический этап полностью проходит вне лаборатории, то два других этапа имеют довольно основательную лабораторную составляющую. И эта их особенность значительно затрудняет проведение согласованных, последовательных мероприятий по обеспечению качества.

Понятие «качество», применительно к диагностическим лабораториям, — это правильный и своевременный анализ для врачей-экспертов, выполненный на достаточном аналитическом уровне с необходимой информацией для его интерпретации. Данное определение подразумевает, что только при хорошей организации и качественном проведении всех этапов лабораторного исследования – преаналитического, аналитического и постаналитического – можно рассчитывать, что каждый производимый лабораторный результат, представленный в авторизованном отчете, может быть использован врачом для принятия диагностических решений или решений, изменяющих схему лечения.

ВЫВОДЫ

Любые решения, основанные на результатах гистологических исследований, правильны лишь при условии, что образцы биологического материала правильно и стандартно (по времени) фиксированы, вовремя и в правильном виде доставлены, а в последующем обрабатываются в современных вакуумных системах с дальнейшим пере-