

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні питання судово-медичної експертизи” (26-27 вересня 2013 року, м. Чернівці)

УДК 616.12-005.4-073.55

В.Т. Бачинський, О.Я. Ванчуляк, М.Р. Тимчук, Ю.В. Любеля, О.В. Мироняк

ІНФОРМАТИВНІСТЬ МЕТОДУ МЮЛЛЕР-МАТРИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МІОЗИНОВИХ МЕРЕЖ МІОКАРДА

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

Резюме. У статті висвітлено дані про початкові перебудови серцевого м'яза людини при ішемічному пошкодженні. З позицій доказової медицини встановлено статистично вірогідні критерії для діагностики гострої коронарної недостатності із використанням методу

Мюллер-матричного аналізу лазерних цифрових мікроскопічних зображень міокарда людини.

Ключові слова: Мюллер-матричний аналіз, операційні характеристики, сила методу, міозин, міокард, гостра коронарна недостатність.

Вступ. Ішемічні пошкодження в тканині серцевого м'яза первинно пов'язані зі значним зниженням концентрації макроергічних сполук, що призводить до дискординації всіх ендотермічних процесів у кардіоміоциті. Згідно з даними літератури, у кардіоміоцитах можна виявити при застосуванні методу електронної мікроскопії за умови тривалості ішемії понад шість годин. Разом з тим у практиці судово-медичного експерта необхідним є встановлення гострої коронарної недостатності (ГКН) при будь-якому терміні від початку ішемії. Це зумовлює пошук нових методів діагностики ГКН.

Мета дослідження. Встановити зміни, що виникають у міозинових мережах міокарда людини та пошук методу їх виявлення.

Матеріал і методи. Матеріалом дослідження були нативні зрізи міокарда людини товщиною 30 ± 5 мкм, виготовлені за допомогою заморожуючого мікротома: 27 зразків склали зрізи міокарда померлих із хронічною ішемічною хворобою серця (ХХС – група 1), 30 зразків становили зібрані від трупів померлих від ГКН (група 2).

Дослідження структури лазерних зображень тканини міокарда проводилося в традиційному розташуванні поляриметра [3, 4].

Як інформаційний масив нами обрано двовимірні розподіли елементів матриці Мюллера [1].

Для аналізу координатного розподілу Мюллер-матричного елемента, за структурними розмірами архітекtonіки міокарда, у площині гістологічного зрізу здійснювався масштабно-самоподібний або фрактальний аналіз з подальшим обчисленням статистичних моментів 1-4-го порядків, основних операційних характеристик [2]. З цією метою застосовувалася програма MATLAB.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено координатну, статистичну, кореляційну і фрактальну структури “орієнтаційно-фазових” елементів Z_{34} матриці Мюллера досліджуваних груп (рис. 1). Координатні розподіли (рис. 1а та рис. 1б) елемента матриці Мюллера тканини міокарда з ІХС чи ГКН є самоподібними, оскільки спостерігається монотонне спадання автокореляційних функцій $K(Z_{34})$ (рис. 1в та рис.

Таблиця 1

Кореляційні і фрактальні параметри залежностей кількості екстремальних значень $N_1(Z_{34}=0)$ координатних розподілів $Z_{34}(m \times n)$ тканини міокарда досліджуваних груп

Параметри	Ішемічна хвороба серця	Гостра коронарна недостатність
$S(N_1)$	$0,25 \pm 0,027$	$0,28 \pm 0,015$
$Q_2(N_1)$	$0,21 \pm 0,022$	$0,25 \pm 0,026$
$Q_4(N_1)$	$0,41 \pm 0,054$	$0,39 \pm 0,051$
$M_1(N_1)$	$0,55 \pm 0,061$	$0,51 \pm 0,057$
$M_2(N_1)$	$0,23 \pm 0,034$	$0,26 \pm 0,031$
$M_3(N_1)$	$0,31 \pm 0,046$	$0,35 \pm 0,048$
$M_4(N_1)$	$0,24 \pm 0,032$	$0,21 \pm 0,026$

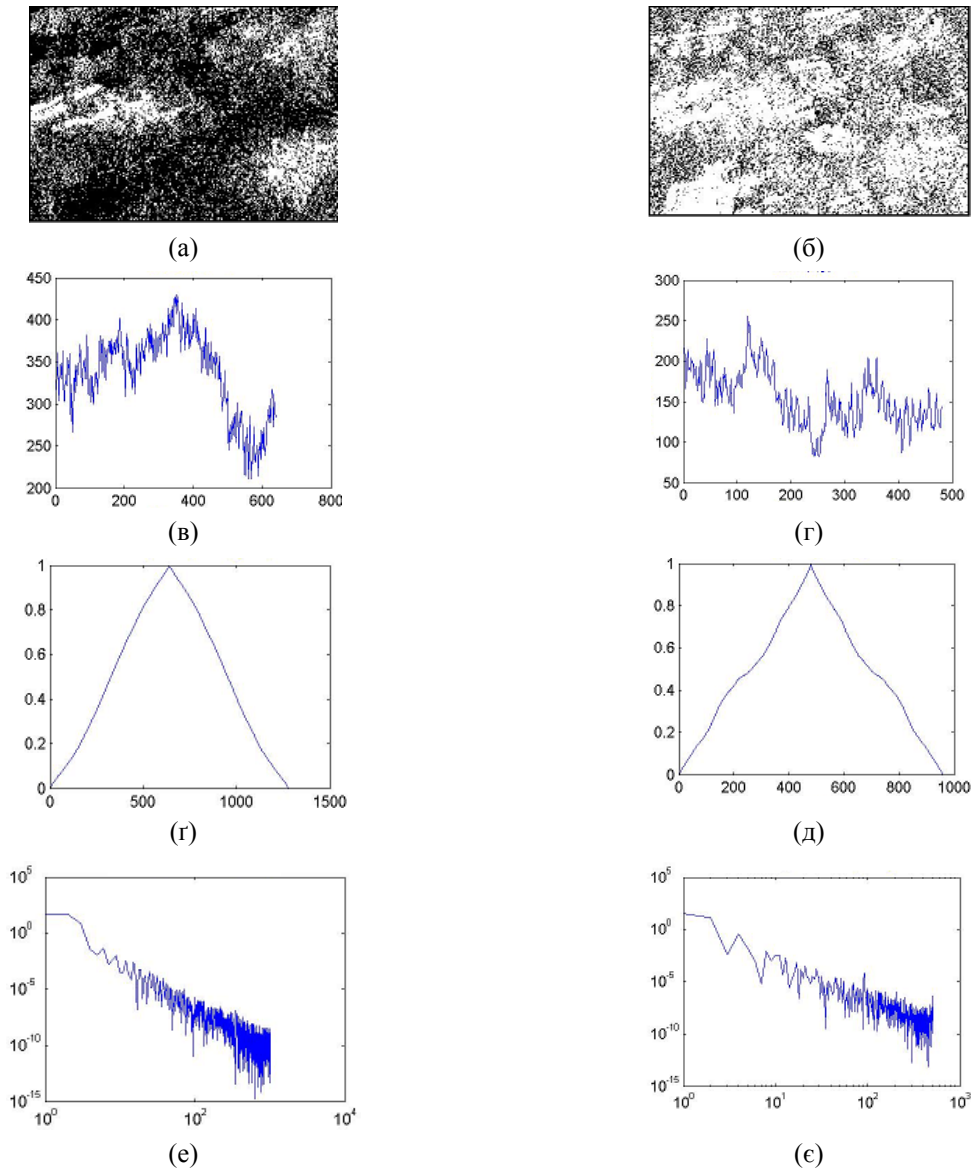


Рис. 2. Параметри матричного елемента $Z_{34}=0$ лазерних поляризаційних зображень міокарда: а – координатна структура зрізів міокарда при ІХС; б – координатна структура зрізів міокарда при ГКН; в – статистична структура зрізів міокарда при ІХС; г – статистична структура зрізів міокарда при ГКН; ґ – апроксимуючі криві матричного елемента зрізів міокарда при ІХС; д – апроксимуючі криві матричного елемента зрізів міокарда при ГКН; е – фрактальна структура зрізів міокарда при ІХС; є – фрактальна структура зрізів міокарда при ГКН

Таблиця 2

Кореляційні і фрактальні параметри залежностей кількості екстремальних значень $N_0(Z_{34}=1)$ координатних розподілів $Z_{34}(m \times n)$ тканини міокарда досліджуваних груп

Параметри	Ішемічна хвороба серця	Гостра коронарна недостатність
$S(N_1)$	0,18±0,014	0,23±0,018
$Q_2(N_1)$	0,14±0,018	0,19±0,02
$Q_4(N_1)$	2,34±0,35	1,33±0,14
$M_1(N_1)$	0,24±0,026	0,41±0,047
$M_2(N_1)$	0,42±0,046	0,18±0,043
$M_3(N_1)$	1,86±0,24	2,17±0,43
$M_4(N_1)$	1,54±0,25	4,88±0,56

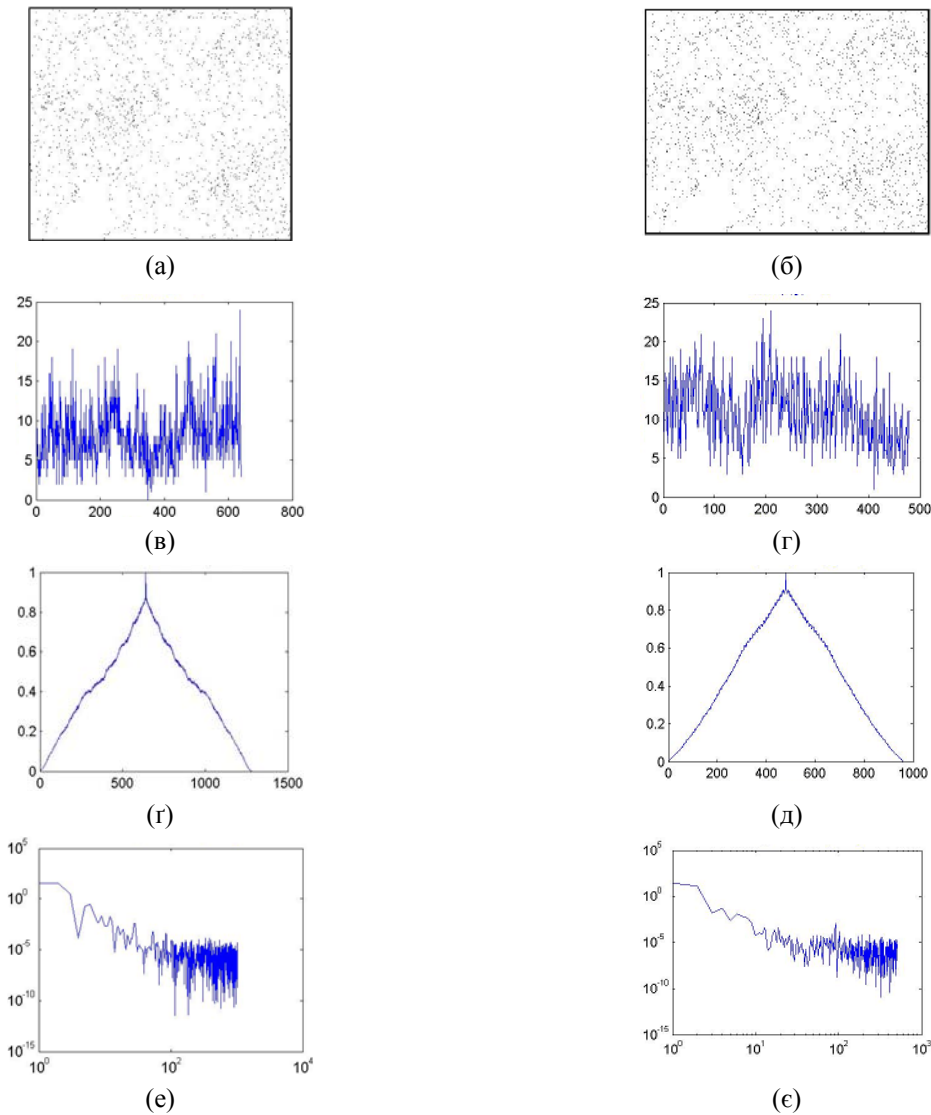


Рис. 3. Параметри матричного елемента $Z_{34}=1$ лазерних поляризаційних зображень міокарда: а – координатна структура зрізів міокарда при ІХС; б – координатна структура зрізів міокарда при ГКН; в – статистична структура зрізів міокарда при ІХС; г – статистична структура зрізів міокарда при ГКН; r – апроксимуючі криві матричного елемента зрізів міокарда при ІХС; д – апроксимуючі криві матричного елемента зрізів міокарда при ГКН; е – фрактальна структура зрізів міокарда при ІХС; е – фрактальна структура зрізів міокарда при ГКН

Таблиця 3

Операційні характеристики інформативності Мюллер-матричного аналізу лазерних мікроскопічних зображень зразків гістологічних зрізів міокарда групи 1 (ІХС) і групи 2 (ГКН)

Параметри	M_1	M_2	M_4
Чутливість Se , %	74	70	83
Специфічність Sp , %	87	79	91
Точність Ac , %	86	75	86
Прогностичність позитивного результату $+VP$, %	83	75	88
Прогностичність негативного результату $-VP$, %	86	77	89

1г) та наявні два стабільні нахили апроксимуючих кривих до залежностей $\log J(Z_{34}) - \log d^{-1}$ (рис. 1г та рис. 1д).

Порівняльний аналіз величин і діапазонів зміни значень кореляційних параметрів $S(Z_{34})$, Q_2

(Z_{34}), $Q_4(Z_{34})$ не виявив об'єктивної можливості диференціації таких випадків настання смерті.

З метою пошуку більш чутливих діагностичних критеріїв досліджувалася статистична структура залежностей $N(Z_{34}=1) \equiv N_1$ (рис. 3) і $N(Z_{34}=0) \equiv N_0$ (рис. 2).

Результати порівняльного дослідження діапазонів зміни статистичних моментів 1-4-го порядків логарифмічних залежностей $\log J(N_0) - \log d^{-1}$ і $\log J(N_0) - \log d^{-1}$ спектрів потужності $J(N_0)$, $J(N_1)$ розподілів $N(Z_{34}=1) \equiv (N_1)$, кількості екстремальних значень $Z_{34}=0$ і $Z_{34}=1$ “орієнтаційно-фазового” елемента $Z_{34}(m \times n)$ матриці Мюллера тканини міокарда з ІХС та ГКН представлені в таблиці 1 ($N(Z_{34}=1) \equiv (N_1)$) і таблиці 2 ($N(Z_{34}=0) \equiv (N_0)$).

Аналіз одержаних даних виявив, що найбільше діагностичне значення мають середнє $M_1(N_1)$ (зростання в 1,85 раза); дисперсія $M_2(N_1)$ (зменшення в 3,4 раза) і ексцес $M_4(N_1)$ (збільшення у 3 рази).

Обчислені на основі співвідношень (таблиця 3) операційні характеристики Мюллер-матричного аналізу лазерних мікроскопічних зображень зразків гістологічних зрізів міокарда групи 1 (ІХС) і групи 2 (ГКН), наведені в таблиці 3.

Висновки

1. Дослідження статистичної структури розподілів кількості екстремальних значень фазового елемента матриці Мюллера тканини міокарда дозволяє не тільки діагностувати гостру коронарну недостатність, але диференціювати з іншими патологічними станами.

2. Найбільш інформативним є використання статистичних моментів 1-4-го порядків $M_{j=2;3;4}(N_1)$ логарифмічних залежностей $\log J(N_1) - \log d^{-1}$

спектрів потужності $J(N_1)$ розподілів $N(Z_{34}=1) \equiv (N_1)$, кількості екстремальних значень $Z_{34}=1$ “орієнтаційно-фазового” елемента $Z_{34}(m \times n)$ матриці Мюллера лазерних поляризаційних зображень зрізів міокарда.

Перспективи подальшого дослідження лазерних поляриметричних зображень структури міокарда при ГКН остаточно визначити величину оптичних показників зображень при даній патології для вирішення питань судово-медичної практики.

Література

1. Statistical and Fractal Structure of Biological Tissue Mueller Matrix Images / O.V. Angelsky, A.G. Ushenko, Yu.A. Ushenko [et al.] // In Optical Correlation Techniques and Applications, Oleg V. Angelsky, Ed. Washington: Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers. – 2007. – P. 213-266.
2. Statistical, Correlation, and Topological Approaches in Diagnostics of the Structure and Physiological State of Birefringent Biological Tissues / O.V. Angelsky, A.G. Ushenko, Yu.A. Ushenko [et al.] // In Handbook of Photonics for Biomedical Science, Valery V. Tuchin, Ed. USA: CRC Press. – 2010. – P. 21-67.
3. Ushenko A.G. Laser Polarimetry of Biological Tissue: Principles and Applications”, in Handbook of Coherent-Domain Optical Methods: Biomedical Diagnostics, Environmental and Material Science / A.G. Ushenko, V.P. Pishak // edited by Valery V. Tuchin, Kluwer Academic Publishers. – 2004. – Vol. 1. – P. 93-138.
4. Ushenko A.G. Polarization structure of laser-scatteringfields / A.G. Ushenko // Optical Engineering. – 1995. – Vol. 34 (4). – P. 1088-1093.

ИНФОРМАТИВНОСТЬ МЕТОДА МЮЛЛЕР - МАТРИЧНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МИОЗИНОВЫХ СЕТЕЙ МИОКАРДА

В.Т. Бачинский, О.Я. Ванчуляк, М.Р. Тимчук, Ю.В. Любеля, О.В. Мироняк

Резюме. В статье приведены данные о структуре внеклеточной матрицы миокарда, выявлены начальные структурные изменения сердечной мышцы человека, соответствующие начальным стадиям ишемического повреждения. Определены статистически достоверные критерии для диагностики острой коронарной недостаточности с использованием метода Мюллер-матричного ориентационно-фазового анализа лазерных изображений миокарда человека.

Ключевые слова: Мюллер-матричный анализ, операционные характеристики, сила метода, миозин, миокард, острая коронарная недостаточность.

THE INFORMATIONAL CONTENT OF THE METHOD OF THE MULLER-MATRIX ANALYSIS WITH A VIEW OF STUDYING THE MYOSIN NETWORKS OF THE MYOCARDIUM

V.T. Bachynskiy, O.Ya. Wanchuliak, M.R. Tymchuk, Yu.V. Liubelia, O.V. Myroniak

Abstract. The paper has ascertained the data, dealing with the initial rearrangements of the human cardiac muscle in case of ischemic damage. From the positions of evidential medicine, the author has established statistically reliable criteria with a view of diagnosing acute coronary insufficiency by using the method of the Muller-matrix analysis of laser digital microscopic images of the human myocardium.

Key words: Muller-matrix analysis, operative characteristics, method strength, myosin, myocardium, acute coronary insufficiency.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Рецензент – проф. М.В. Шаплавський

Buk. Med. Herald. – 2013. – Vol. 17, № 3 (67), part 1. – P. 6-9

Надійшла до редакції 10.06.2013 року