

раїни. Департамент фармацевтичної діяльності. Державний експертний центр Міністерства охорони здоров'я України. – Режим доступу : <http://www.driz.kiev.ua/>

5. *Похідні 4-аміно та 3-тіо-1,2,4-триазолу як потенційні лікарські засоби* / Ю. М. Колесник, А. Г. Каплаушенко, Є. Г. Книш [та ін.]. – Запоріжжя : Вид-во ЗДМУ, 2014. – 273 с.

6. *Свердлова О. В. Электронные спектры в органической химии* / О. В. Свердлова. – 2-е изд., перераб. – Л. : Химия, 1985. – 248 с.

7. *Спектральна характеристика 5-R-4-R₁-1,2,4-триазол-3-тіонів* / А. Г. Каплаушенко, О. І. Панасенко, Є. Г. Книш [та ін.] // *Медична хімія*. – 2009. – № 2 (11). – С. 79–85.

8. *Черних В. П. Органична хімія : підручник* / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за заг. ред. В. П. Черних. – 2-ге вид., випр. і доп. – Х. : Вид-во НФаУ, 2008. – 686 с.

9. *Штерн Э. Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии* / Э. Штерн, К. Тиммонс. – М. : Мир, 1971. – 296 с.

10. *Owen T. Fundamentals of Modern UV-visible Spectroscopy. Primer* / T. Owen. – Palo Alto, C. A. Hewlett-Packard Co, 2000. – 138 p.

REFERENCES

1. Barmin M.I., Melnikov V.V. *Novyye amino-1,2,4-triazolil i tetrazolil alkany: monografiya* [New amino-1,2,4-triazolyl and tetrazolyl alkanes : monograph]. Sankt-Peterburg, SPHUTD, 2002. 240 p.

2. Salionov V.O., Buriak V.P., Panasenko O.I. et al. Electronic absorption spectra and the study of thione-thiol tautomerism of 4-R-3-(thiophene-2-yl)-1H-1,2,4-triazole-5(4H)-thione derivatives. *Aktualni pytannya farmatsevtichnoi i medychnoi nauky ta praktyky* 2012; 3 (10) : 57-60.

3. Meison S.F., Katritskii A.R. (ed.) *Elektronnyie spektry pogloshcheniya geterotsiklicheskih soedineniy. Fizicheskiye metody v khimii geterotsiklicheskih soedineniy* [Electronic absorption spectra of heterocyclic compounds. Physical methods in chemistry of heterocyclic compounds. Moscow, Khimiia, 1966. P. 319-393.

4. *Ministerstvo okhorony zdorov'ia Ukrainy. Departament farmatsevtichnoi diyalnosti. Derzhavnyi ekspertnyi tsentr Ministerstva okhorony zdorov'ia Ukrainy "Derzhavnyi reistr likarskykh zasobiv Ukrainy". Access mode: <http://www.driz.kiev.ua/>*

5. Kolesnyk Yu.M., Kaplaushenko A.G., Knysh Ye.G. et al. *Pokhidni 4-amino ta 3-tio-1,2,4-triazolu yak potentsiyni likarski zasoby* [Derivatives of 4-amino and 3-thio-1,2,4-triazole as potential drugs]. Zaporizhzhia, vyd-vo ZDMU, 2014. 273 p.

6. Sverdlova O.V. *Elektronnyie spektry v organicheskoi khimii* [Electronic absorption spectroscopy in organic chemistry]. 2 izd., pererab. Leningrad, Khimiya, 1985. 248 p.

7. Kaplaushenko A.H., Panasenko O.I., Knysh Ye.H. et al. The spectral characteristics of 5-R-4-R₁-1,2,4-triazoles-3-thiones. *Medychna khimiia*. 2009; 2 (11): 79-85.

8. Chernykh V.P., Zimenkovskiy B.S., Grytsenko I.S. ; za zahal. red. Chernykh V. P. *Orhanichna khimiya : pidruch. (2-he vyd., vypr. i dop.)* [Organic Chemistry : textbook. (2nd ed., rev. and suppl.)]. Kharkiv, vyd-vo NFaU, 2008. 686 p.

9. Shtern E., Timmons K. *Elektronnaya absorbtionnaya spektroskopiya v organicheskoy khimii* [Electronic absorption spectroscopy in organic chemistry]. Moscow, Mir, 1971. 296 p.

10. *Owen T. Fundamentals of Modern UV-visible Spectroscopy. Primer*. Palo Alto, C. A. Hewlett-Packard Co, 2000. 138 p.

Надійшла 14.09.2015

Рецензент д-р хім. наук,
проф. В. О. Гельмбольдт

УДК 616.15-073.55:616.36

В. П. Присяжнюк¹, О. Г. Ушенко, О. В. Дуболазов

ДІАГНОСТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ МЕТОДУ КАРТОГРАФУВАННЯ РОЗПОДІЛІВ ЕЛІПТИЧНОСТІ ПОЛЯРИЗАЦІЇ ЛАЗЕРНИХ МІКРОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК ПЛАЗМИ КРОВІ У ВИЗНАЧЕННІ ЗАХВОРЮВАНЬ ПЕЧІНКИ

¹ Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна,

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

УДК 616.15-073.55:616.36

В. П. Присяжнюк¹, О. Г. Ушенко, О. В. Дуболазов

ИНФОРМАТИВНОСТЬ МЕТОДА КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЭЛЛИПТИЧНОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЛАЗЕРНЫХ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ПЛАЗМЫ КРОВИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ

¹ Буковинский государственный медицинский университет, Черновцы, Украина,

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, Черновцы, Украина

Исследовано возможности объективной дифференциальной диагностики неалкогольной жировой болезни печени и хронического гепатита путем картографирования поляризации неоднородных микроскопических изображений пленок плазмы крови человека. Приведенные



данні експериментального дослідження в рамках статистичного аналізу двохмерних розподілів значень еліптичності поляризації в точках мікроскопічного зображення, характеризують лінійне подвійне лучепреломлення полікристалічних плівок плазми крові обстежених пацієнтів. С позицій доказательної медицини визначені основні операційні характеристики діагностичного тесту — чутливість, специфічність і точність.

Ключові слова: неалкогольна жирова хвороба печінки, хронічний гепатит, картографування.

UDC 616.15-073.55:616.36

V. P. Prysyazhnyuk¹, O. G. Ushenko, O. V. Dubolazov

DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF THE METHOD OF MAPPING LASER POLARIZATION DISTRIBUTION ELLIPTICITY OF MICROSCOPIC IMAGES OF POLYCRYSTALLINE FILMS OF BLOOD PLASMA IN DEFINITION OF LIVER DISEASES

¹ The Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine,

Yu. Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

Chronic diffuse liver diseases often occur with similar clinical symptoms and the same changes of laboratory parameters. Therefore, the objectification of differential diagnosis of various forms of liver disease is an urgent task.

Objective of the study was to study the possibilities of mapping the distribution of values polarization ellipticity points polycrystalline films of microscopic images of blood plasma in the differential diagnosis of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) and chronic hepatitis (CH).

Material and methods. The study involved 50 patients with NAFLD, made up the first group. The second group included 50 patients with nonviral CH. The control group consisted of 30 healthy individuals representative by age and gender to the studied groups. As objects of experimental research it was used a series of polycrystalline films of plasma surveyed by laser Stokes-polarimeter.

Results. The analysis of the data revealed that the strength of two-dimensional laser polarization mapping ellipticity of polarization to differentiate various pathologies of the liver (NAFLD and CH) is maximum for statistical points of the 2nd and 3rd order. For statistical moment of the 2nd order $Se=80\%$ and $Sp=74\%$. For statistical moment 3rd order $Se=84\%$ and $Sp=78\%$. According to this, accuracy of the method is $Ac=78-82\%$.

Conclusion. Within the statistical analysis of the structure (ellipticity divisions) polarization-inhomogeneous microscopic images of polycrystalline networks albumin film plasma with definition of the most susceptible to studied liver disease statistical parameters (statistical moments of the 2nd and 3rd order) microscopic image of polycrystalline films of blood plasma.

Key words: nonalcoholic fatty liver disease, chronic hepatitis, mapping.

Вступ

Розсіяння оптичного випромінювання біологічними об'єктами і середовищами розглядається у наближенні статистичного усереднення фотометричних і поляризаційних параметрів [6]. Найбільшого розповсюдження набули методи діагностики на основі вивчення полів розсіяного випромінювання засобами класичної фотометрії та Стокс-поляриметрії [3]. Разом із цими науковими напрямками розвивалися лазерні методи дослідження оптико-неоднорідних біологічних структур [4], які використовують як зонд когерентне поляризоване випромінювання. Актуальний подальший розвиток нових підходів до аналізу векторної структури полів лазерного випромінювання, перетвореного плівками біологічних рідин, зокрема полікристалічними мережами білків.

Відомо, що у печінці відбувається біосинтез різних білків, а при її ушкодженні — зміни їхнього вмісту у плазмі крові [1; 2]. Нами було зроблене припущення, що дослідження плівок плазми крові хворих на різні форми хронічних дифузних захворювань печінки за допомогою методу картографування розподілів еліптичності поляризації лазерних мікроскопічних зображень дозволить виявити зазначені відмінності, що, потенційно, може бути використано у диференційно-діагностичних схемах таких захворювань.

Мета роботи — дослідження можливостей об'єктивного методу поляризаційного картографування розподілів значень еліптичності точок мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові у диференційній діагностиці неалкогольної жирової хвороби печінки (НАЖХП) та хронічного гепатиту (ХГ).

Матеріали та методи дослідження

Обстежено 100 хворих на хронічні дифузні захворювання печінки. У першу групу увійшли 50 пацієнтів із НАЖХП віком від 21 до 77 ($54,5 \pm 13,3$) років, у другу — 50 хворих на ХГ невірусної етіології віком від 23 до 75 ($50,5 \pm 12,9$) років. Контрольну групу утворили 30 практично здорових осіб, репрезентативних за віком і статтю до досліджуваних груп. Перед проведенням обстеження всі пацієнти і практично здорові волонтери дали письмову інформовану згоду на участь у дослідженні. Як об'єкти експериментального дослідження використовували серію полікристалічних плівок плазми крові практично здорових осіб і обстежених пацієнтів. Зразки плазми крові готували в ідентичних умовах — крапля рідини наносилася на підкладку з оптично одно-



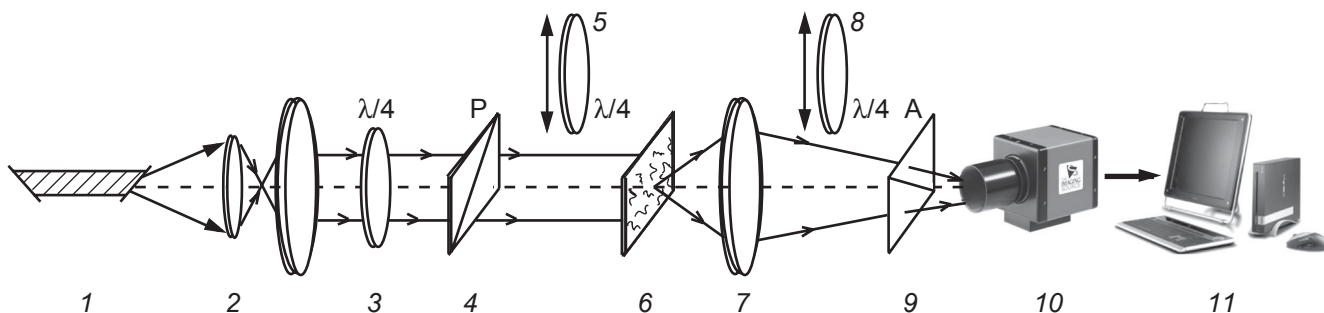


Рис. 1. Оптична схема стокс-поляриметра: 1 — He-Ne лазер; 2 — коліматор; 3 — стаціонарна чвертьхвильова пластинка; 4, 9 — поляризатор і аналізатор; 5, 8 — механічно рухомі чвертьхвильові пластинки; 6 — біологічний шар; 7 — поляризаційний мікрооб'єктив; 10 — CCD камера; 11 — персональний комп'ютер

рідного скла та розтікалася. Утворену плівку просушували при кімнатній температурі протягом 24 год до повної кристалізації.

Картографування розподілів еліптичності поляризації лазерних мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові проводили за допомогою лазерного стокс-поляриметра (рис. 1) у лабораторії поляриметрії Інституту фізико-технічних і комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича [5].

У процесі проходження лазерного випромінювання крізь полікристалічну плівку плазми крові формується поляризаційно-неоднорідне зображення. Іншими словами, у кожній точці такого зображення формується «індивідуальне» значення еліптичності поляризації. Таке зображення крізь поляризатор 9 проектується мікрооб'єктивом 7 у площину світлочувливої площадки цифрової камери 10 (див. рис. 1). Така площадка складається із сукупності $m \times n = 1280 \times 960$ пікселів. Таким чином формується цифрове поляризаційно-неоднорідне зображення плівки плазми крові. Поляризаційний аналіз станів поляризації такого зображення здійснюється обертанням площини пропускання поляризатора 9. За таких умов у межах кожного пікселя комп'ютером 11 визначаються мінімальний I_{min} і макси-

мальний I_{max} рівні сигналів, які відповідають величинам малої та великої півосі еліпса поляризації. На цій основі для кожного пікселя обчислюється величина еліптичності

$$\beta_{mn} = 0,5 \arctg \frac{I_{min}}{I_{max}} \quad (1)$$

та визначається матриця із $m \times n$ значень даного параметра

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \dots & \beta_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \beta_{n1} & \dots & \beta_{mn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Таким чином, за виміряними інтенсивностями I_{min} та I_{max} можна визначити (використовуючи стандартну програму MATLAB) розподіл значень еліптичності поляризації мікроскопічного зображення полікристалічної плівки плазми крові й обчислити статистичні моменти першого M_1 , другого M_2 , третього M_3 і четвертого M_4 порядків, які характеризують розподіл значень еліптичності (2).

Результати дослідження та їх обговорення

На рис. 2 наведено залежності координатного розподілу значень еліптичності поляризації $\beta(x, y)$ та гістограму $N(\beta)$ його випадкових значень, обчислених для лазерного мікроскопічного зображення зразка полікристалічної плівки плазми крові практично здорової людини. З аналізу структури експериментально виміряної по-

ляризаційної мапи $\beta(x, y)$ у межах сукупності точок (пікселів) цифрового мікроскопічного зображення полікристалічної плівки плазми крові здорової людини видно наявність оптичної анізотропії мережі лінійно двоприменезаломлювальних біологічних кристалів — голчасті кристали альбуміну. Кількісно даний факт підтверджує вияв-

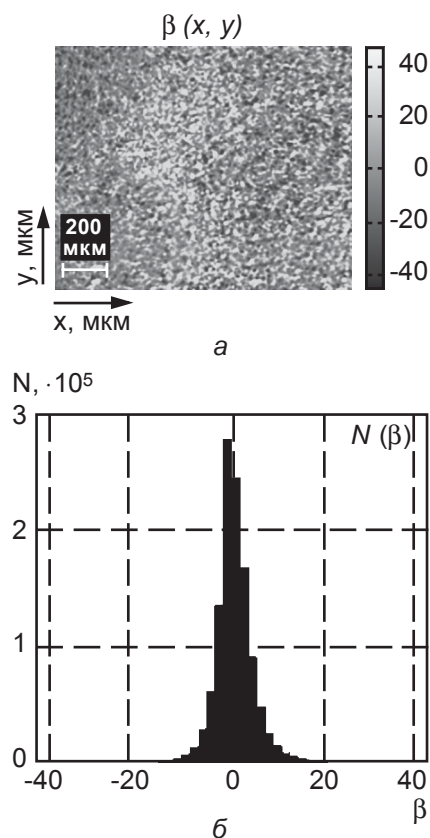


Рис. 2. Поляризаційна мапа еліптичності (а) та гістограма розподілу її випадкових значень (б) мікроскопічного зображення плівки плазми крові практично здорової особи



лений діапазон зміни значень еліптичності поляризації у структурі її гістограми. Для даної гістограми характерний достатньо широкий діапазон зміни ($-15^\circ \leq \Delta\beta \leq 15^\circ$) значень еліптичності поляризації лазерного випромінювання, сформованого голчастими двоприменезаломлювальними кристалами альбуміну.

Статистично прояви лінійного двоприменезаломлення полікристалічної плівки плазми крові практично здорового донора ілюструє сукупність значень статистичних моментів 1–4-го порядків $M_{\beta=1; 2; 3; 4}^{\beta} - M_1^{\beta} = 0,05; M_2^{\beta} = 0,09; M_3^{\beta} = 0,19; M_4^{\beta} = 0,86$.

Результати поляризаційно-картографування еліптичності поляризації лазерного мікроскопічного зображення зразка полікристалічної плівки плазми крові пацієнта з НАЖХП ілюструє серія залежностей, що наведена на рис. 3.

Порівняльний аналіз (див. рис. 2 і 3) одержаної інформації про координатні (x, y) та статистичні N (β) розподіли значень еліптичності поляризації площини лазерного цифрового мікроскопічного зображення плівок плазми крові практично здорової особи і пацієнта із НАЖХП вказує на зростання двоприменезаломлення мережі, сформованої голчастими кристалами альбуміну. Має місце практичне подвійне зростання інтервалу зміни ($-30^\circ \leq \Delta\beta \leq 30^\circ$) порівняно з аналогічною гістограмою розподілу значень еліптичності поляризації мікроскопічного зображення полікристалічної плівки плазми крові практично здорової людини. Кількісно статистичні зміни оптичної анізотропії плівки плазми крові, взятої у хворого на НАЖХП, ілюструє зростання величини статистичного моменту 1-го порядку (середнього); значне зростання статистичного моменту 2-го порядку (дисперсії) в 1,4 разу та зміна величин статистичних моментів 3-го (зростання в

1,26 разу) і 4-го порядків (зменшення в 1,37 разу), які характеризують розподіл випадкових значень еліптичності поляризації дослідного зразка плівки плазми крові пацієнта першої групи — $M_1^{\beta} = 0,057; M_2^{\beta} = 0,14; M_3^{\beta} = 0,27; M_4^{\beta} = 0,59$.

Отже, статистичний аналіз розподілу значень еліптичності поляризації у мікроскопічного зображення полікристалічної плівки плазми крові пацієнта з НАЖХП свідчить про чутливість до змін структури голчастих кристалів альбуміну, зумовлених зазначеним захворюванням.

Метод картографування еліптичності поляризації виявив зростання двоприменезаломлення полікристалічної плівки плазми крові, взятої у хворого на ХГ (друга група). Кількісно даний процес виявляється у подальшому зростанні півширини та зменшенні гостроти

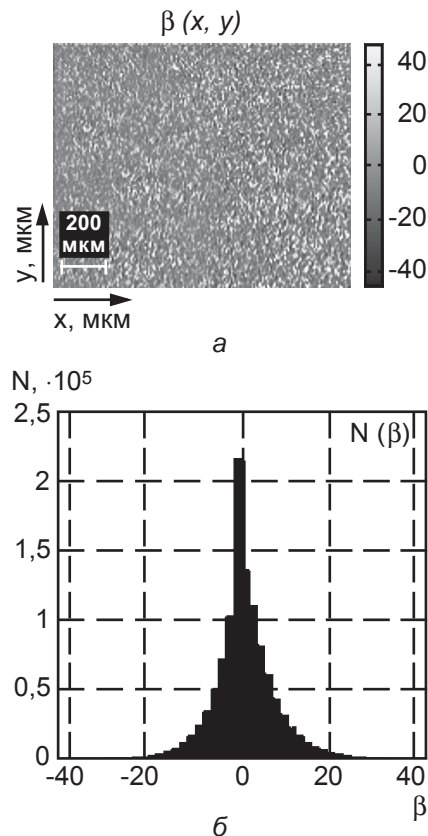


Рис. 3. Поляризаційна мапа еліптичності (а) та гістограма розподілу її випадкових значень (б) мікроскопічного зображення плівки плазми крові пацієнта із неалкогольною жировою хворобою печінки

ти піка відповідної гістограми розподілу значень еліптичності поляризації (рис. 4). Зміни двоприменезаломлення плівки плазми крові, взятої у хворого на ХГ, ілюструє зростання середнього та дисперсії в 1,64 разу та зміна набору величин статистичних моментів 3-го (зростання в 1,15 разу) і 4-го порядків (зменшення в 1,33 разу) — $M_1^{\beta} = 0,061; M_2^{\beta} = 0,24; M_3^{\beta} = 0,27; M_4^{\beta} = 0,39$.

Результати статистичного узагальнення методу двовимірного картографування поляризаційних мап еліптичності мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові практично здорових осіб і обстежених пацієнтів наведені у табл. 1. Установлені такі діапазони відмінностей величин $M_{\beta=1; 2; 3; 4}^{\beta}$, які характеризують плівки плазми крові практично здорових людей (контрольна група) і пацієнтів із

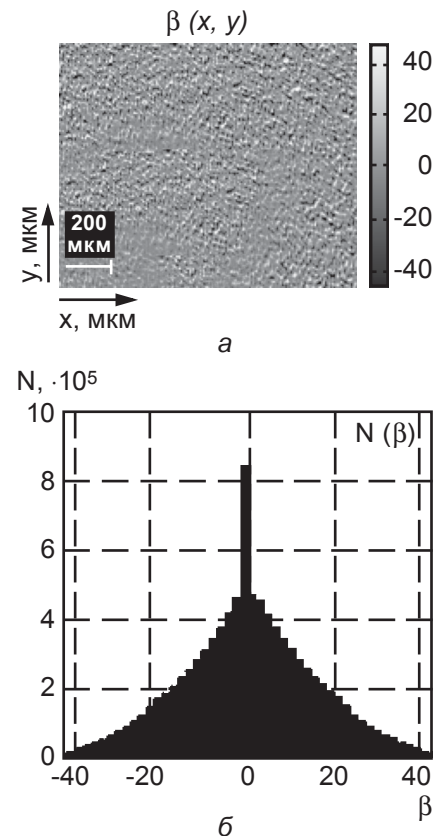


Рис. 4. Поляризаційна мапа еліптичності (а) та гістограма розподілу її випадкових значень (б) мікроскопічного зображення плівки плазми крові пацієнта із хронічним гепатитом



різними захворюваннями печінки (I та II групи): середнє (збільшення у 1,1–1,2 разу); дисперсія (збільшення у 1,5–2,4 разу); асиметрія (збільшення в 1,14–1,24 рази) і ексцес (зменшення у 1,45–2,1 разу).

З метою оцінювання інформативності техніки поляризаційного картографування зображень полікристалічних плівок плазми крові визначали:

— чутливість (Se) — пропорцію правильних позитивних результатів (TP) діагностичного методу серед усіх хворих пацієнтів (D_+)

$$Se = \frac{TP}{D_+} \cdot 100 \% ; \quad (3)$$

— специфічність (Sp) — пропорцію правильних від'ємних результатів (TN) методики серед групи здорових пацієнтів (D_-)

$$Sp = \frac{TN}{D_-} \cdot 100 \% ; \quad (4)$$

— збалансовану точність (Ac) — пропорцію правильних результатів ($TP + TN$) тесту серед усіх обстежених пацієнтів ($D_+ + D_-$)

$$Ac = \frac{TP + TN}{D_+ + D_-} \cdot 100 \% \quad (5)$$

для диференційної діагностики таких станів: «фізіологічна норма — НАЖХП» — обстежені контрольної групи і пацієнти I групи (табл. 2); «фізіологічна норма — ХГ» — обстежені контрольної групи і пацієнти II групи (табл. 3); «НАЖХП — ХГ» — пацієнти I та II груп (табл. 4).

Найбільш інформативними для діагностики НАЖХП виявилися діагностичні рішення, визначені на основі обчислення величини статистичних моментів 2-го і 3-го порядків, які характеризують координатні розподіли значень еліптичності поляризації у точках (пікселях) цифрових мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові. Установлено, що для статистичного моменту M_2^B кількість пози-

Таблиця 1
Середнє M_1^B , дисперсія M_2^B , асиметрія M_3^B та ексцес M_4^B , які характеризують поляризаційні розподіли еліптичності $\beta(x, y)$ лазерних мікроскопічних зображень зразків плівок плазми крові різних груп пацієнтів

M_k^B	Практично здорові особи, n=30	Хворі на НАЖХП, n=50	Хворі на ХГ, n=50
M_1^B	0,046±0,005	0,048±0,005	0,052±0,006
M_2^B	0,094±0,011	0,150±0,017	0,240±0,026
M_3^B	0,190±0,022	0,230±0,024	0,260±0,029
M_4^B	0,850±0,094	0,610±0,063	0,360±0,039

Таблиця 2
Операційні характеристики інформативності двовимірного поляризаційного картографування розподілів еліптичності поляризації лазерних мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові практично здорових осіб і пацієнтів із неалкогольною жирною хворобою печінки, %

M_k	Чутливість Se	Специфічність Sp	Точність Ac
M_1	64	62	63
M_2	80	71	76
M_3	81	77	79
M_4	65	62	64

Таблиця 3
Операційні характеристики інформативності двовимірного поляризаційного картографування розподілів еліптичності поляризації лазерних зображень полікристалічних плівок плазми крові практично здорових осіб і хворих на хронічний гепатит, %

M_k	Чутливість Se	Специфічність Sp	Точність Ac
M_1	70	67	69
M_2	84	77	81
M_3	86	79	83
M_4	68	68	68

Таблиця 4
Операційні характеристики інформативності тесту картографування еліптичності поляризації лазерних зображень полікристалічних плівок плазми крові пацієнтів із неалкогольною жирною хворобою печінки і хворих на хронічний гепатит, %

M_k	Чутливість Se	Специфічність Sp	Точність Ac
M_1	68	62	65
M_2	80	74	77
M_3	84	78	82
M_4	72	68	70

тивних і хибнонегативних рішень становить 37 і 13 (чутливість $Se=78\%$), а кількість негативних і хибнопозитивних рішень становить 20 та 10 (специфічність $Sp=70\%$); для статистичного моменту M_3^B кіль-

кість позитивних і хибнонегативних рішень становить 40 та 11 (чутливість $Se=80\%$), а кількість негативних і хибнопозитивних рішень — 20 та 10 (специфічність $Sp=70\%$). Точність Ac методу картографуван-



ня розподілів значень еліптичності поляризації мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові зростає на 8 % і сягає 76–79 %.

Найбільш інформативними для діагностики ХГ, як і у випадку НАЖХП, виявилися рішення, визначені на основі обчислення величини статистичних моментів 2-го і 3-го порядків, які характеризують координатні розподіли значень еліптичності поляризації у мікроскопічних зображень голчастих біологічних кристалів полікристалічних плівок плазми крові. Установлено, що для статистичного моменту M_2^{β} кількість позитивних і хибнонегативних рішень дорівнює 42 та 8 (чутливість $Se=84\%$ зростає на 6 %), а кількість негативних і хибнопозитивних рішень — 23 та 7 (специфічність $Sp=77\%$ також зростає на 7 %). Ще вищі показники установлені для статистичного моменту M_3^{β} — кількість позитивних і хибнонегативних рішень дорівнює 43 та 7 (чутливість $Se=86\%$ — ріст на 4 %), а кількість негативних і хибнопозитивних рішень — 24 та 6 (специфічність $Sp=79\%$ — зростання на 2 %). Точність Ac методу картографування розподілів значень еліптичності поляризації мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові підвищується на 5–7 % і у діапазоні 81–83 %.

Аналіз одержаних даних виявив, що сила методу двовимірного лазерного поляризаційного картографування еліптичності поляризації для диференціації НАЖХП та ХГ максимальна для статистичних моментів 2-го і 3-го порядків, які характеризують розподіли значень еліптичності поляризації, сформованих голчастими полікристалічними мережами плівок плазми крові. Для статистичного моменту 2-го порядку M_2^{β} досягнуто такі значення основних операційних характеристик: $Se=80\%$ і $Sp=$

$=74\%$; для статистичного моменту 3-го порядку M_3^{β} значення чутливості максимально підвищується (на 18–20 %) до рівня $Se=84\%$, а специфічності — до $Sp=78\%$; точність методу $Ac=78–82\%$.

Висновок

У межах статистичного аналізу досліджено структуру (розподіли еліптичності) поляризаційно-неоднорідних мікроскопічних зображень полікристалічних мереж альбуміну плівок плазми крові з визначенням найбільш чутливих для захворювань на неалкогольну жирову хворобу печінки та хронічний гепатит статистичних параметрів (статистичні моменти 2-го і 3-го порядків, які характеризують розподіли випадкових значень еліптичності поляризації) мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові.

Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні можливостей методу картографування розподілів еліптичності поляризації лазерних мікроскопічних зображень полікристалічних плівок плазми крові у диференційній діагностиці різних форм хронічних дифузних захворювань печінки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ceni E. Pathogenesis of alcoholic liver disease: role of oxidative metabolism / E. Ceni, T. Mello, A. Galli // *World J. Gastroenterol.* – 2014. – Vol. 20 (47). – P. 17756–17772.
2. Oxidative stress, cardioplipin and mitochondrial dysfunction in nonalcoholic fatty liver disease / G. Paradies, V. Paradies, F. M. Ruggiero [et al.] // *World J. Gastroenterol.* – 2014. – Vol. 20 (39). – P. 14205–14218.
3. Shuliang J. Two-dimensional depth-resolved Mueller matrix of biological tissue measured with double-beam polarization-sensitive optical coherence tomography / J. Shuliang, V. W. Lihong // *Opt. Lett.* – 2002. – Vol. 27. – P. 101–103.
4. Ushenko A. G. Polarization structure of scattering laser fields / A. G. Ushenko // *Optical Engineering.* – 1995. – Vol. 34, N 4. – P. 1088–1093.
5. Ushenko Yu. O. Phase maps for networks of polycrystalline human bio-

logical liquids: Statistical and fractal analyses / Yu. O. Ushenko, V. V. Istratiy, V. O. Balanets'ka [et al.] // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics&Optoelectronics.* – 2010. – Vol. 13, N 3. – P. 240–247.

6. Wang X. Monte Carlo model and single-scattering approximation of polarized light propagation in turbid media containing glucose / X. Wang, G. Yao, L.-H. Wang // *Appl. Opt.* – 2002. – Vol. 41. – P. 792–801.

REFERENCES

1. Ceni E., Mello T., Galli A. Pathogenesis of alcoholic liver disease: role of oxidative metabolism. *World J. Gastroenterol* 2014; 20 (47): 17756-17772.
2. Paradies G., Paradies V., Ruggiero F.M. et al. Oxidative stress, cardioplipin and mitochondrial dysfunction in nonalcoholic fatty liver disease. *World J. Gastroenterol* 2014; 20 (39): 14205-14218.
3. Shuliang J., Lihong V.W. Two-dimensional depth-resolved Mueller matrix of biological tissue measured with double-beam polarization-sensitive optical coherence tomography. *Opt. Lett* 2002; 27: 101-103.
4. Ushenko A. G. Polarization structure of scattering laser fields. *Optical Engineering* 1995; 34 (4): 1088-1093.
5. Ushenko Yu.O., Istratiy V.V., Balanets'ka V.O., Kvasniyk D.O., Bachinsky V.T., Olar O.I. Phase maps for networks of polycrystalline human biological liquids: Statistical and fractal analyses. *Semiconductor Physics, Quantum Electronics&Optoelectronics* 2010; 13 (3): 240-247.
6. Wang X. Monte Carlo model and single-scattering approximation of polarized light propagation in turbid media containing glucose. X. Wang, G. Yao, L.-H. Wang. *Appl. Opt* 2002; 41: 792-801.

Надійшла 22.10.2015

Рецензент д-р мед. наук
П. Б. Антоненко

