



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54104 (13) U  
(51) МПК (2009)  
G01N 33/92  
A61B 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

**ОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ НА ФОНІ АНЕМІЧНОГО СИНДРОМУ**

1

2

(21) u201005418

(22) 05.05.2010

(24) 25.10.2010

(46) 25.10.2010, Бюл.№ 20, 2010 р.

(72) УШЕНКО ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ, КОЛОМОЄЦЬ МИХАЙЛО ЮРІЙОВИЧ, ПАВЛЮКОВИЧ НАТАЛІЯ ДМИТРІВНА, ХОДОРОВСЬКИЙ ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ

(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

(57) Спосіб діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому, що полягає в опроміненні зразка крові людини лазерним лінійно поляризованим випромінюванням з довжиною хвилі

0,6328 мкм, вимірюванні за допомогою обертання осі пропускання аналізатора в межах від 0° до 180° масивів мінімальних і максимальних рівнів інтенсивності зображення, визначенні розподілів азимута і еліптичності поляризації та обчисленні статистичних моментів таких розподілів, який **відрізняється** тим, що опромінюють шар еритроцитарної суспензії крові, вимірюють координатні розподіли азимута і еліптичності поляризації її зображення, обчислюють статистичні моменти 3-го і 4-го порядків таких розподілів, за якими судять про наявність ішемічної хвороби на фоні анемічного синдрому.

Корисна модель відноситься до медицини, кардіології, а також фізичної оптики і може бути використана для ранньої діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому та дослідження станів поляризації зображення еритроцитарної суспензії крові людини, що актуально у діагностиці процесів серцевої недостатності людини.

Відомі способи раннього виявлення ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому є приблизними і засновані на використанні анамнестичних, клінічних і біохімічних даних, що не може бути залучено для масового профілактичного обстеження населення - скринінгу.

Використання анамнестичних, клінічних і біохімічних даних для ранньої діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому має певні обмеження, а саме - низька діагностична ефективність на ранніх стадіях захворювання, коли нема достовірних даних нозології ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому, вимагає тривалого часу виконання, висока вартість тестів, а також не відповідає завданням профілактичного скринінгу населення.

На даний час не існує об'єктивного, точного та зручного способу ранньої діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому, який

можна використовувати для масового профілактичного обстеження населення - скринінгу.

Наш спосіб, що заявляється, дозволяє уникнути вказаних недоліків, значно об'єктивізувати на ранніх етапах визначення ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому та отримати точні дані, які не залежать від суб'єктивної оцінки лікаря - діагноста.

Відомий ряд оптичних способів поляриметрії, які досліджують координатний розподіл станів поляризації лазерного випромінювання біологічними об'єктами.

Спосіб - аналог, описаний в [A.G.Ushenko, and V.P.Pishak. Laser Polarimetry of Biological Tissue. Principles and Applications // in Coherent-Domain Optical Methods. Biomedical Diagnostics, Environmental and Material Science / ed. V.Tuchin. - Kluwer Academic Publishers, 2004. - P.67.], заснований на аналізі картини розподілу азимутів поляризації в лазерному випромінюванні, розсіяному зразком крові людини.

Недоліком способу є низька точність вимірювання азимутів поляризації у зображенні біологічного об'єкту.

Також аналогом способу, що заявляється, є спосіб визначення оптико-анізотропної структури біологічних рідин шляхом оцінки розподілів азимутів і еліптичності поляризації [(O.V. Angelsky, A.G.

(19) UA (11) 54104 (13) U

Ushenko, Yu.A. Ushenko, Ye.G. Ushenko, Yu.Ya. Tomka, V.P. Pishak. Polarization-correlation mapping of biological tissue coherent images // J. Biomed. Opt. - 2005. - Vol.10, No.6. - P.064025.].

У способі - аналогу за допомогою чвертьхвильової пластинки і поляризатора вимірюють координатний розподіл азимутів і еліптичності поляризації у площині лазерного зображення, за яким визначають оптико-анізотропну структуру мазку крові.

Основним недоліком способу - аналогу є необхідність операції дискретизації лазерних зображень крові, а також неоднозначність при диференціації типу серцевої недостатності.

Прототипом корисної моделі є спосіб діагностики анемічного стану людського організму за оцінкою статистичних моментів 1-го і 2-го порядків, що характеризують поляризаційні зображення плазми крові людини (S. H. Huminets'kyu, O. H. Ushenko, I. P. Polyans'kyu, A. V. Motrych, F. V. Hrynychuk. The Optical Method of the Investigation of the Peritonitis Progressing Process. // SPIE, -2007.- Vol. 6254, P. 485-489.), при якому стан людини визначається за діагностикою змін поляризаційних зображень мазків плазми крові людини. Спосіб полягає в оцінці шляхом вимірювання координатних розподілів азимутів і еліптичності поляризації лазерного зображення плазми крові людини з наступним обчисленням статистичних моментів 1-го і 2-го порядків, які характеризують такі розподіли.

Недоліками прототипу є те, що діагностика ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому можлива лише на пізніх етапах хвороби, що значно гальмує ефективність лікування та призводить до залучення додаткових коштів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлене завдання удосконалити спосіб діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому шляхом визначення статистичних моментів 3-го і 4-го порядків, які характеризують розподіли азимутів і еліптичності лазерних зображень еритроцитарної суспензії для забезпечення розширення функціональних можливостей ранньої діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому, а також у підвищенні точності вимірювання поляризаційних параметрів - азимуту і еліптичності поляризації.

Поставлене завдання вирішується тим, що спосіб ранньої діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому проводять шляхом опромінення шару еритроцитарної суспензії крові людини лазерним лінійно-поляризованим випромінюванням з довжиною хвилі 0, 6328 мкм, вимірюють за допомогою обертання аналізатора на кути від 0° до 180° масивів мінімальних і максимальних рівнів інтенсивності зображення за якими визначають координатні розподіли азимуту і еліптичності поляризації, обчислюють статистичні моменти 3-го і 4-го рівнів таких розподілів за якими судять про наявність ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому.

Корисна модель відрізняється від прототипу тим, що використовують лінійно поляризоване

когерентне випромінювання із наступною статистичною оцінкою змін координатних розподілів азимутів і еліптичності поляризації лазерного зображення шару еритроцитарної суспензії та обчислення статистичних моментів 3-го та 4-го порядків таких розподілів.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки виникнення ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому у людини забирають зразок крові та виділяють еритроцитарну суспензію. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення дослідного зразку еритроцитарної суспензії, вимірюють розподіли азимутів і еліптичності поляризації лазерного зображення шару еритроцитарної суспензії, обчислюють величини статистичних моментів 3-го та 4-го порядків розподілів та діагностують наявність ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані. Найбільш повно поляризаційні характеристики світлових полів описуються у термінах азимуту та еліптичності поляризації (Ushenko Yu.A. Statistical structure of polarization-inhomogeneous images of biotissues with different morphological structures, Ukrainian Journal of Physical Optics, 6, No. 2, 63-70, 2005).

Процеси перетворення поляризаційної структури когерентного випромінювання, що проходить крізь біологічний об'єкт, найбільш повно описуються за допомогою матричного оператора вигляду:

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos^2 2\rho + \sin^2 2\rho \cdot \cos \Delta & \cos 2\rho \sin 2\rho (-\cos \Delta) & -\sin 2\rho \sin \Delta \\ 0 & \cos 2\rho \sin 2\rho (-\cos \Delta) & \sin^2 2\rho + \cos^2 2\rho \cos \Delta & \cos 2\rho \sin \Delta \\ 0 & \sin 2\rho \sin \Delta & -\cos 2\rho \sin \Delta & \cos \Delta \end{pmatrix} \quad (1)$$

де  $\rho$  - орієнтація оптичної осі анізотропних утворень;  $\Delta$  - величина фазового зсуву, який виникає під впливом двоприменезаломлення біологічної рідини.

Результуючі значення азимуту та еліптичності поляризації лазерного пучка, що пройшов крізь досліджувану біологічну рідину, записуються у вигляді:

$$\alpha(m \times n) = \Theta \left( \langle I(m \times n) \rangle_{\min} \right) - \frac{\pi}{2}; \quad (2)$$

$$\beta(m \times n) = \arctg \frac{I(m \times n)_{\min}}{I(m \times n)_{\max}}$$

Таким чином, за вимірними екстремальними значеннями інтенсивності  $I_{\min}(m \times n)$ ;  $I_{\max}(m \times n)$  зображення біологічної рідини для кожного окремого пікселя (mn) CCD - камери і, відповідних до них кутів повороту  $\Theta \left( \langle I(m \times n) \rangle_{\min} \right)$ , можна однозначно визначити асиметрію  $Z_3$  та ексцес  $Z_4$  розподілів параметри поляризації зображення біологічного об'єкту в різних точках, кількість яких визначається числом пікселів цифрової камери:

$$Z_3 = \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \langle \beta_{\nu}^3 \rangle; \quad (3)$$

$$Z_4 = \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \langle \beta_{\nu}^4 \rangle;$$

де  $N$  - повна кількість пікселів CCD-камери, яка реєструє поляризаційно-неоднорідне об'єктне поле зразків еритроцитарної суспензії.

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є лінійнополяризованим з азимутом  $\alpha_0 = 0^\circ$ . В якості зразка використали зразки еритроцитарної суспензії здорової і хворої (ішемічна хвороба серця на фоні анемічного синдрому) людини.

Статистичні моменти, що характеризують поляризаційну структуру зображень таких зразків відрізняються в 1,4 - 2,2 рази (див. табл.)

Таблиця

Статистичні моменти	Норма		Ішемічна хвороба серця	
	Азимут	Еліптичність	Азимут	Еліптичність

3-й порядок (Асиметрія)	1,8	ІД	2,52	2,01
4-й порядок (Експес)	2,7	1,6	5,94	2,77

Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей ранньої діагностики ішемічної хвороби серця на фоні анемічного синдрому шляхом статистичного моніторингу зміни поляризаційної структури лазерних зображень еритроцитарної суспензії при одночасному високоточному вимірюванні азимуту і еліптичності поляризації. При цьому вперше використано визначення 3-го і 4-го статистичних моментів, які характеризують координатні розподіли азимуту та еліптичності поляризації лазерних зображень еритроцитарної суспензії крові людини.