



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60623 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
G01N 33/00  
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 СТАТИСТИЧНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕБІГУ ХРОНІЧНОГО НЕКАЛЬКУЛЬОЗНОГО ХОЛЕЦИСТИТУ НА ТЛІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ 2 ТИПУ**

1

2

(21) u201014099

(22) 26.11.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) МАРЧУК ЮЛІЯ ФЕДОРІВНА

(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

(57) Спосіб статистичної поляризаційної діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу, що включає визначення за поляризаційною селекцією мікроскопічного зображення зразка біологічної рідини людини шляхом опромінення поляризованим лазерним пучком шару біологічної рідини, вимірювання інтенсивності зображення крізь поляризатор, який **відрізняється** тим, що

для оцінки змін координатної структури мікроскопічних зображень проводять опромінювання шару жовчі паралельним лінійно поляризованим пучком, проектують лазерні зображення шару жовчі за допомогою мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь поляризатор-аналізатор, площина пропускання якого ортогональна азимуту поляризації, визначають координатний розподіл інтенсивності зображення шару жовчі для кожного окремого пікселя, за яким обчислюють статистичні моменти 1-4-го порядків розподілу інтенсивності у зображенні жовчі, на основі чого діагностують і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Корисна модель відноситься до медицини, гастроентерології, а також – фізичної оптики і може бути використана для ранньої діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу та дослідження поляризаційної структури лазерного зображення жовчі, що актуально у діагностиці запальних процесів організму людини.

Відомі способи раннього виявлення хронічного некалькульозного холециститу та каменеутворення в людини (ультразвукове обстеження біліарної системи, визначення фібрoneктину сироватки крові) є приблизними і засновані на використанні інструментальних та лабораторних методів, що не може бути залучено для швидкого та зручного диференціально-діагностичного обстеження хворих на хронічний некаменевий холецистит та цукровий діабет 2 типу.

Використання вищевказаних методів для ранньої діагностики і діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу має певні обмеження, а саме - низька діагностична ефективність на ранніх стадіях захворювання, коли немає достовірних даних відносно початку процесу літогенезу, коли ще можлива корекція даного стану, а не

лікування наслідків, вимагає тривалого часу виконання, високої вартості тестів.

На даний час не існує об'єктивного, точного та зручного способу для ранньої діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу, який можна використовувати для швидкого та зручного диференціально-діагностичного обстеження хворих.

Наш спосіб, що заявляється, дозволяє уникнути вказаних недоліків, значно об'єктивізувати на ранніх етапах діагностику і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу людини та отримати точні дані, які не залежать від суб'єктивної оцінки лікаря-діагноста.

Відомий ряд оптичних способів, які досліджують координатний розподіл інтенсивності поляризованого лазерного випромінювання, перетвореного біологічними об'єктами.

Спосіб-аналог, описаний в [Spectrophotometric properties of vein blood plasma in UV- zone patients with urgent surgical pathology of abdominal region organs / Guminestskij S.G., Polianski I.J., Motrich A.V., Grunchuk F.W. // Proc. SPIE. - 2006. - Vol. 6254. - P. 6254IT.], заснований

(19) UA (11) 60623 (13) U

на аналізі картини розподілу інтенсивності зображення плазми крові людини.

Недоліком способу є неможливість дослідження оптико-анізотропних структур плазми крові.

Прототипом корисної моделі є спосіб діагностики запальних процесів за оцінкою статистичної структури поляризаційних зображень плазми крові людини (Ushenko O.G. Optical properties of urine, blood plasma and pulmonary condensate of the patients with pulmonary form of tuberculosis / Ushenko O.G., Guminetsky S.G., Motrich A.V. // Foteoelektronika. - 2007. - Vol.16. - P. 133 - 139), при якому стан захворювання визначається за діагностикою змін поляризаційних зображень мазків плазми крові людини. При цьому ступінь запальних змін оцінюються шляхом обчислення середнього і дисперсії розподілів інтенсивності у лазерних зображеннях плазми крові.

Недоліками прототипу є те, що неможливе пряме експериментальне вимірювання поляризаційних зображень оптико-анізотропних структур, внаслідок чого відбувається діагностика запальних процесів на пізніх етапах, 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 і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу шляхом поляризаційної селекції лазерного зображення жовчі за визначенням зміни статистичних моментів 1-го - 4-го порядків, які характеризують експериментально виміряну структуру оптико-анізотропної складової лазерних зображень жовчі людини для забезпечення розширення функціональних можливостей ранньої діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Поставлене завдання вирішується тим, що у способі статистичної поляризаційної діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу за поляризаційною селекцією мікроскопічного зображення зразка біологічної рідини людини шляхом опромінення поляризованим лазерним пучком шару біологічної рідини, вимірювання інтенсивності зображення крізь поляризатор, для оцінки змін координатної структури мікроскопічних зображень проводять опромінювання шару жовчі паралельним лінійно поляризованим пучком, проєктують лазерні зображення шару жовчі за допомогою мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь поляризатор-аналізатор, площина пропускання якого ортогональна азимуту поляризації, визначають координатний розподіл інтенсивності зображення шару жовчі для кожного окремого пікселя, за яким обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків розподілу інтенсивності у зображенні жовчі, на основі чого діагностують наявність і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Спільними ознаками прототипу та рішення, що заявляється, є використання для діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу змін інтенсивності мікроскопічного зображення. Корисна модель відрізняється від прототипу тим, що для оцінки змін координатної структури мікроскопічних зображень проводять опромінювання шару жовчі паралельним лінійно поляризованим пучком, проєктують лазерні зображення шару жовчі за допомогою мікрооб'єктива в площину світлочутливої площадки CCD-камери крізь поляризатор-аналізатор, площина пропускання якого ортогональна азимуту поляризації, визначають координатний розподіл інтенсивності зображення шару жовчі для кожного окремого пікселя, за яким обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків розподілу інтенсивності у зображенні жовчі, на основі чого діагностують і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки наявності та стадії хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу у людини забирають зразок жовчі. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення лінійно поляризованим пучком дослідного зразку жовчі, вимірюючи розподіли інтенсивності поляризаційно відфільтрованого зображення. За оцінкою величини середнього, дисперсії, асиметрії та ексцесу таких розподілів діагностують наявність і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані. Згідно закону Малюса [Ushenko Yu. O. Wavelet analysis for Mueller matrix images of biological crystal networks / Yu. O. Ushenko, Yu. Ya. Tomka, O. G. Pridiy, A. V. Motrich, O. V. Dubolazov, I. Z. Misevitch, V. V. Istratiy// Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. - 2009. - Vol. 12. - №4. - P. 391 - 398] величина інтенсивності у кожній точці з координатою  $r$  у площині поляризаційно неоднорідного  $(\alpha(r); \beta(r))$  лазерного зображення шару жовчі визначається наступним співвідношенням:

$$I(r) = \cos^2 \alpha(r) + \operatorname{tg}^2 \beta(r) \sin^2 \alpha(r). \quad (1)$$

Тут  $(\alpha(r); \beta(r))$  - відповідно азимут і еліптичність поляризації.

З аналізу виразу (1) випливає, що експериментально вимірявши координатний розподіл значень інтенсивності лазерного зображення в межах всієї сукупності пікселів цифрової камери

$$\begin{pmatrix} I_{11} & \dots & I_{1m} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ I_{n1} & \dots & I_{nm} \end{pmatrix}, \text{ можна одержати інформацію про}$$

поляризаційний прояв оптико-анізотропної структури шару жовчі людини.

З іншого боку, така анізотропія тісно пов'язана з біохімічним складом жовчі, що визначається фізіологічним станом людини.

В якості аналітичного механізму для оцінки розподілів випадкових значень інтенсивності (I) зображення зразків жовчі людини використовували статистичні моменти першого ( $M_1$  - середнє або

математичне очікування), другого ( $M_2$  - дисперсія), третього ( $M_3$  - асиметрія) і четвертого ( $M_4$  - ексцес) порядків, які обчислювали за такими алгоритмами:

$$M_1 = \frac{1}{N} (\Delta z_1 + \Delta z_2 + \dots + \Delta z_N); \quad (2)$$

$$M_2 = \sqrt{\frac{1}{N} (\Delta z_1^2 + \Delta z_2^2 + \dots + \Delta z_N^2)}; \quad (3)$$

$$M_3 = \frac{1}{M_2^3} \left\{ \sqrt{\frac{1}{N} (\Delta z_1^3 + \Delta z_2^3 + \dots + \Delta z_N^3)} \right\}; \quad (4)$$

$$M_4 = \frac{1}{M_2^4} \left\{ \sqrt{\frac{1}{N} (\Delta z_1^4 + \Delta z_2^4 + \dots + \Delta z_N^4)} \right\}, \quad (5)$$

де  $N = m \times n$  - загальна кількість пікселів цифрової камери;  $\Delta z = I$ .

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є циркулярно поляризованим. В якості зразків використали зразки жовчі здорової людини та хворих на хронічний некалькульозний холецистит та цукровий діабет 2 типу.

Статистичні моменти	Норма	Некалькульозний холецистит	Цукровий діабет 2 типу
$M_1(I)$	$0,33 \pm 0,042$	$0,52 \pm 0,068$	$0,61 \pm 0,052$
$M_2(I)$	$0,41 \pm 0,057$	$0,28 \pm 0,041$	$0,31 \pm 0,041$
$M_3(I)$	$1,72 \pm 0,27$	$2,96 \pm 0,33$	$5,83 \pm 0,87$
$M_4(I)$	$1,09 \pm 0,21$	$3,57 \pm 0,58$	$6,28 \pm 0,78$

Статистичні моменти 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіли інтенсивності поляризаційно візуалізованих лазерних зображень таких зразків відрізняються в 1,85 - 5,9 рази.

Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей для діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі

цукрового діабету 2 типу шляхом статистичного моніторингу зміни структури поляризаційно-візуалізованих лазерних зображень. При цьому вперше використана поляризаційна візуалізація оптико-анізотропних структур жовчі та проведення статистичного моніторингу змін координатних розподілів інтенсивності поляризаційно відфільтрованого лазерного зображення жовчі.