



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60627 (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 ФРАКТАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕБІГУ ХРОНІЧНОГО НЕКАЛЬКУЛЬОЗНОГО ХОЛЕЦИСТИТУ НА ТЛІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ 2 ТИПУ

1

2

(21) u201014116

(22) 26.11.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) АНДРІЙЧУК ДЕНИС РОМАНОВИЧ, ВОЛОШИНА ЛАРИСА ОЛЕКСАНДРІВНА, МАРЧУК ЮЛІЯ ФЕДОРІВНА, МАРЧУК МАРІЯ ІВАНІВНА, УШЕНКО ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ, ФЕДІВ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

(57) Спосіб фрактальної 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 зобра-

ження крізь поляризатор, який відрізняється 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 визначають логарифмічні залежності спектрів потужності розподілів інтенсивності та обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків таких залежностей, на основі чого діагностують наявність 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 некаменевого холециститу та каменеутворення (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 некаменевиий холецистит та цукровий діабет 2 типу.

Використання вищевказаних методів для ранньої 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 мо-

жлива 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 визначення і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу 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.,

(19) UA (11) 60627 (13) U

Polianski I.J., Motrich A.V., Grunchuk F.W. // Proc. SPIE. - 2006. - Vol. 6254. - P. 6254IT.], заснований на аналізі картини розподілу інтенсивності зображення плазми крові людини.

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

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб діагностики запальних процесів за оцінкою фрактальної або самоподібної структури поляризаційних зображень плазми крові людини [Misevitch I.Z. Investigation of singularities inherent to Mueller matrix images of biological crystals: diagnostics of their birefringent structure / I.Z. Misevitch, Yu.O. Ushenko, O.G. Pridiy, A.V. Motrich, Yu.Ya. Tomka, O.V. Dubolazov // Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. - 2009. - Vol. 12. - № 4. - P. 379-390] при якому стан захворювання визначається за діагностикою змін логарифмічних залежностей спектрів потужності розподілу інтенсивності зображень мазків плазми крові людини. При цьому ступінь запальних змін оцінюються шляхом обчислення середнього і дисперсії логарифмічних залежностей спектрів потужності розподілу інтенсивності зображень мазків плазми крові людини.

Недоліком найближчого аналогу 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 та диференціації хронічного некалькульозного холециститу та каменеутворення шляхом поляризаційної селекції лазерного зображення жовчі за визначенням зміни статистичних моментів 1-го-4-го порядків, які характеризують логарифмічні залежності спектрів потужності розподілу інтенсивності 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 спосіб фрактальної 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, відрізняється 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 визначають логарифмічні залежності спектрів потужності розподілу інтенсивності та обчислюють статистичні моменти 1-го-4-го порядків таких залежностей, на основі чого діагностують наявність і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Спільними ознаками найближчого аналога 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 найближчого аналогу 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 визначають логарифмічні залежності спектрів потужності розподілу інтенсивності та обчислюють статистичні моменти 1-го-4-го порядків таких залежностей, на основі чого діагностують наявність і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки і прогнозування перебігу 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. На цій основі знаходять логарифмічні залежності спектрів потужності розподілу інтенсивності поляризаційно-візуалізованого зображення оптико-анізотропних структур жовчі людини. За оцінкою величини середнього, дисперсії, асиметрії та ексцесу таких логарифмічних розподілів спектрів потужності діагностують 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 g у площині поляризаційно неоднорідного $(\alpha(r); \beta(r))$ лазерного зображення шару жовчі визначається наступним співвідношенням

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

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

$\begin{pmatrix} I_{11} & \dots & I_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ I_{n1} & \dots & I_{nm} \end{pmatrix}$ можна одержати інформацію про поля-

ризаційний 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 само подібної або фрактальної структури розподілів випадкових значень інтенсивності (I) зображення зразків жовчі людини, використовували визначення їх спектрів потужності

$$J(I) = \int_{-\infty}^{+\infty} I \cos 2\pi v d v \quad (2)$$

з наступним обчисленням логарифмічних залежностей

$$\Delta z = \log J(I) - \log I^d \quad (3)$$

та визначенням набору статистичних моментів 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

$$M_1 = \frac{1}{N} (\Delta z_1 + \Delta z_2 + \dots + \Delta z_N); \quad (4)$$

$$M_2 = \sqrt{\frac{1}{N} (\Delta z_1^2 + \Delta z_2^2 + \dots + \Delta z_N^2)}; \quad (5)$$

$$M_3 = \frac{1}{M_2^3} \left\{ \sqrt{\frac{1}{N} (\Delta z_1^3 + \Delta z_2^3 + \dots + \Delta z_N^3)} \right\}; \quad (6)$$

$$M_4 = \frac{1}{M_2^4} \left\{ \sqrt{\frac{1}{N} (\Delta z_1^4 + \Delta z_2^4 + \dots + \Delta z_N^4)} \right\}, \quad (7)$$

де $N=m \times n$ - загальна кількість пікселів цифрової камери; v - просторові частоти; d - геометричні розміри елементів зображення жовчі.

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є лінійно поляризованим. В якості зразків використали зразки жовчі здорової людини та хворих хронічним некалькульозним холециститом на тлі цукрового діабету 2 типу.

Статистичні моменти	Норма	Некалькульозний холецистит	Цукровий діабет 2 типу
$M_1(I)$	0,83±0,94	1,45±0,18	2,06±0,25
$M_2(I)$	0,21±0,027	0,38±0,041	0,53±0,061
$M_3(I)$	0,71±0,27	1,29±0,23	3,18±0,47
$M_4(I)$	0,79±0,081	2,05±0,28	4,12±0,58

Статистичні моменти 1-го-4-го порядків, які характеризують розподіли логарифмічних залежностей спектрів потужності інтенсивності поляризаційно візуалізованих лазерних зображень таких зразків жовчі людини відрізняються в 2,35-5,75 рази.

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

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