



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60625 (13) U
(51) МПК (2011.01)
G01N 33/92 (2006.01)
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 ПОЛЯРИЗАЦІЙНО-КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕБІГУ ХРОНІЧНОГО НЕКАЛЬКУЛЬОЗНОГО ХОЛЕЦИСТИТУ НА ТЛІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ 2 ТИПУ

1

2

(21) u201014101

(22) 26.11.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) АНДРІЙЧУК ДЕНИС РОМАНОВИЧ, ЗУБ ЛІЛІЯ ОЛЕКСІЇВНА, МАРЧУК ЮЛІЯ ФЕДОРІВНА, МАРЧУК МАРІЯ ІВАНІВНА, УШЕНКО ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ, ФЕДІВ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

(57) Спосіб поляризаційно-кореляційної діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу, що включає поляризаційне картографування

зразка біологічної рідини людини шляхом оцінки змін статистичних моментів розподілів станів поляризації лазерних зображень, який відрізняється тим, що для оцінки змін координатної структури поляризаційних зображень жовчі вимірюють відповідні стани поляризації у різних точках, за якими знаходять координатний розподіл ступеня взаємної поляризації лазерного зображення жовчі, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків такого розподілу, на основі чого судять про 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 декомпенсації хронічного некалькульозного холециститу (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 хронічним некалькульозним холециститом на тлі цукрового діабету 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 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 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 кореляційні параметри координатного розподілу інтенсивності поляризованого лазерного випромінювання, перетвореного біологічними об'єктами.

Спосіб - аналог, описаний в (А. О. Agelskaya, Yu. A. Ushenko, A. G. Ushenko, A. Dubolazov, V. Istratiy, Yu. Ya Tomka. Polarization speckle-reconstruction of biological tissues architectonics; Part 3. Polarizing-correlative processing of images of statistical object in the problem of visualization and topology reconstruction of their phase heterogeneity // Proc. SPIE. - 2007. - Vol. 6635, - p. 1-6), заснований на аналізі автокореляційних функцій розподілу фаз лазерного зображення біологічних шарів.

(19) UA (11) 60625 (13) U

Недоліком способу є неможливість дослідження екстремальних фазових проявів оптико-анізотропних структур біологічного шару.

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб діагностики запальних процесів за оцінкою статистичної структури автокореляційних функцій поляризаційних зображень біологічних тканин людини (O. V. Angelsky, A. G. Ushenko, A. O. Angelskaya, Yu. A. Ushenko. Polarization correlometry of polarization singularities of biological tissues object fields // Proc. SPIE. - 2007. - Vol. 6616, - p. 1-9), при якому стан захворювання визначається за діагностикою змін автокореляційних функцій розподілів азимутів і еліптичності поляризації лазерних зображень гістологічних зрізів біологічних тканин людини. При цьому ступінь запальних змін оцінюються шляхом обчислення півширини автокореляційних функцій розподілів станів поляризації у лазерних зображеннях гістологічних зрізів біологічних тканин.

Недоліками найближчого аналога є залежність одержаних результатів від зміни стану поляризації лазерного випромінювання, внаслідок чого діагностика запальних процесів є неоднозначною, що значно гальмує ефективність лікування та призводить до залучення додаткових коштів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлене завдання діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу за поляризаційно-кореляційним картографуванням зразка біологічної рідини людини шляхом оцінки змін статистичних моментів 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіли комплексного ступеня взаємної поляризації лазерних зображень жовчі для забезпечення розширення функціональних можливостей а також у забезпеченні азимутальної стійкості вимірювання комплексного ступеня взаємної поляризації.

Поставлене завдання вирішується тим, що у способі поляризаційно-кореляційної діагностики і прогнозування перебігу хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу за поляризаційним картографуванням зразка біологічної рідини людини шляхом оцінки змін статистичних моментів розподілів станів поляризації лазерних зображень, для оцінки змін координатної структури поляризаційних зображень жовчі вимірюють відповідні стани поляризації у різних точках, за якими знаходять координатний розподіл ступеня взаємної поляризації лазерного зображення жовчі, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків такого розподілу, на основі чого судять про наявність і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Корисна модель відрізняється від найближчого аналога тим, що для оцінки змін координатної структури поляризаційних зображень жовчі вимірюють відповідні стани поляризації у різних точках, за якими знаходять координатний розподіл ступеня взаємної поляризації лазерного зображення жовчі, обчислюють статистичні моменти 1-го - 4-го порядків такого розподілу, на основі чого

судять про наявність і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу. Спосіб здійснюється наступним чином.

Для діагностики і диференціації хронічного некалькульозного холециститу та початкових стадій холелітіазу у людини забирають зразок жовчі. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення дослідного зразку жовчі, використовуючи плоскополяризований пучок. Вимірюють зміни статистичних моментів 1-го - 4-го порядків координатних розподілів ступеня взаємної поляризації лазерних зображень жовчі, на підставі чого діагностують і прогнозують перебіг хронічного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані.

Одним з найвідоміших та ефективних підходів в аналізі (оцінюванні) координатної структури розподілів $z(x, y)$ є їх автокореляційне порівняння [Coherence - domain methods in biomedical optics / Ed. V. V. Tuchin. Bellingham, SPIE, 1996. Vol. 2732.] з використанням наступної функції $K(\Delta x, \Delta y)$

$$K(\Delta x, \Delta y) = \lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{1}{X_0 Y_0} \int_0^x \int_0^y [z(x, y) z(x - \Delta x, y - \Delta y)] dx dy \quad (1)$$

Тут $(\Delta x, \Delta y)$ "кроки" з якими змінюються координати (x, y) розподілу оптичного параметру $z(x, y)$ зображення жовчі людини.

1. Використовуючи CCD камеру (без аналізатора) вимірюється координатний розподіл інтенсивності зображення жовчі

$$I \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix}, \quad \text{де}$$

$$\begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix} - \text{координати сукупності } m \times n \text{ пікселів}$$

цифрової камери.

2. Далі встановлюють аналізатор, площину пропускання якого послідовно орієнтують під кутами $\Theta = 0^\circ, \Theta = 90^\circ$ та вимірюють множини інтенсивності

$$I^{(0)} \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix}; \quad I^{(90)} \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix}.$$

3. Обертанням площини пропускання аналізатора на кут Θ в межах $\Theta = 0^\circ \div 180^\circ$ визначають множини мінімальної та максимальної інтенсивності

$$I_{\min} \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix}; \quad I_{\max} \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix} \text{ лазерного зображення жовчі для кожного окремого пікселя}$$

(m,n) CCD-камери та відповідні їм кути повороту

$$\theta \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix} \left(\begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix} \equiv I_{\min} \right).$$

4. Далі розраховується поляризаційна мапа зображення жовчі, використовуючи наступні співвідношення:

$$\alpha \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix} = \theta(I(r) \equiv I_{\min}) - \frac{\pi}{2};$$

$$\beta \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix} = \arctg \frac{I(r)_{\min}}{I(r)_{\max}}.$$
(2)

5. Розраховуються координатні розподіли фазових зсувів δ

$$\delta \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix}.$$

$$\delta(r_1) = \arctg \left[\frac{\operatorname{tg} 2\beta(r_1)}{\operatorname{tg} \alpha(r_1)} \right];$$

$$\delta(r_2) = \arctg \left[\frac{\operatorname{tg} 2\beta(r_2)}{\operatorname{tg} \alpha(r_2)} \right].$$
(3)

6. На основі співвідношень (2) - (3) розраховують координатні розподіли комплексного ступеня

$$\text{взаємної поляризації } |V| \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix}.$$

$$V = \frac{\left(\left(I^{(0)}(r_{n,m+k}) \right)^{(0)}(r_{n,m}) \right)^{\frac{1}{2}} - \left(I^{(90)}(r_{n,m+k}) \right)^{(90)}(r_{n,m}) \right)^{\frac{1}{2}}}{I(r_{n,m+k})(r_{n,m})} +$$

$$+ \frac{4 \left(I^{(0)}(r_{n,m+k}) \right)^{(90)}(r_{n,m+k}) \left(I^{(90)}(r_{n,m}) \right)^{(0)}(r_{n,m}) \right)^{\frac{1}{2}} \cos(\delta_{n,m+k}(r_{n,m+k}) - \delta_{n,m}(r_{n,m}))}{I(r_{n,m+k})(r_{n,m})}$$
(4)

7. Обчислюються статистичні моменти першого Z_1 , другого Z_2 , третього Z_3 і четвертого Z_4 порядків, які обчислювалися за алгоритмами

$$Z_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |z_i| = \frac{1}{N} (|z_1| + |z_2| + \dots + |z_N|);$$

$$Z_2 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i^2} = \sqrt{\frac{1}{N} (z_1^2 + z_2^2 + \dots + z_N^2)};$$

$$Z_3 = \frac{1}{Z_2^2} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i^3 = \frac{1}{Z_2^2} \frac{1}{N} (z_1^3 + z_2^3 + \dots + z_N^3);$$

$$Z_4 = \frac{1}{Z_2^2} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i^4 = \frac{1}{Z_2^2} \frac{1}{N} (z_1^4 + z_2^4 + \dots + z_N^4).$$
(5)

За вимірними статистичними моментами розподілів $|V| \begin{pmatrix} r_{11}, \dots, r_{1m} \\ \dots \\ r_{n1}, \dots, r_{nm} \end{pmatrix}$ лазерного зображення жовчі можна діагностувати і прогнозувати перебіг хроні-

чного некалькульозного холециститу на тлі цукрового діабету 2 типу.

Використання корисної моделі пояснюється наступним прикладом: нехай опромінюючий пучок є лінійно поляризованим. В якості зразків використовували зразки жовчі здорової людини та хворих на хронічний некалькульозний холецистит на тлі цукрового діабету 2 типу.

Статистичні моменти	Норма	Некалькульозний холецистит	Цукровий діабет 2 типу
Z_1	0,42±0,0427	0,31±0,034	0,53±0,056
Z_2	0,21±0,027	0,36±0,041	0,15±0,024
Z_3	1,24±0,127	2,38±0,21	4,51±0,54
Z_4	2,36±0,26	4,45±0,55	6,12±0,68

Статистичні моменти 1-го - 4-го порядків, які характеризують розподіли ступеня взаємної кореляції лазерних зображень таких зразків відрізняються в 1,5-4,2 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 шляхом статистичного моніторингу зміни розподілу комплексного ступеня взаємної поляризації лазерних зображень жовчі.

При цьому вперше використано проведення статистичного моніторингу змін координатної структу-

ри комплексного ступеня взаємної поляризації у лазерному зображенні жовчі.

