



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 143792

(13) U

(51) МПК

G01N 33/483 (2006.01)

G01N 21/21 (2006.01)

A61B 18/20 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2020 01652****(22)** Дата подання заявки: **10.03.2020****(24)** Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.08.2020****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.08.2020, Бюл.№ 15****(72)** Винахідник(и):

**Саркісова Юлія Володимирівна (UA),
Бачинський Віктор Теодосович (UA),
Ванчуляк Олег Ярославович (UA),
Ушенко Олександр Григорович (UA),
Ушенко Юрій Олександрович (UA),
Дуболазов Олександр Володимирович
(UA),
Томка Юрій Ярославович (UA)**

(73) Власник(и):

**ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58002
(UA)**

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ МЕТОДОМ СТОКС-ПОЛЯРИМЕТРИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ШАРІВ СКЛОВИДНОГО ТІЛА**(57)** Реферат:

Спосіб визначення давності настання смерті методом стокс-поляриметричного картографування шарів скловидного тіла шляхом оцінки дегенеративних змін біологічних тканин трупа людини. Для оцінки таких змін проводять опромінювання шару скловидного тіла право-циркулярно поляризованим випромінюванням з довжиною хвилі 0,6328 мкм. Одержані зображення шару скловидного тіла проєктують за допомогою мікрооб'єктива крізь фазовий аналізатор право- і ліво-циркулярно поляризованих складових в точках мікроскопічного зображення. Вимірюють координатні розподіли величини інтенсивності, за якими визначають розподіли величини 4-го параметру вектора Стокса (фазовий параметр (ФП)). Обчислюють статистичні моменти 1-4-го порядків, які характеризують асиметрію та ексцес розподілів ФП. Виявляють часову динаміку зміни величини статистичних параметрів, згідно з якою роблять висновок про давність настання смерті (ДНС).

UA 143792 U

Корисна модель належить до медицини, судової медицини, криміналістики та патологічної анатомії, а також фізичної оптики, і може бути використана для визначення давності настання смерті та дослідження станів поляризації гістологічних зрізів та полікристалічних плівок біологічних шарів, що актуально у дослідженні динаміки розвитку трупних процесів біологічних

5 тканин і рідин.

Відомі способи визначення настання часу смерті є приблизними і засновані на оцінці швидкості настання дегенеративно-дистрофічних змін м'яких тканин. Вони базуються на визначенні первинних постмортальних ознак, ранніх та пізніх трупних змін. До первинних постмортальних ознак відносять реакцію скелетної мускулатури та гладеньких м'язів райдужки на механічні, хімічні та електричні подразники тощо. Первинні постмортальні ознаки дозволяють встановлювати час настання смерті протягом першої доби після її настання. До ранніх трупних змін відносять висихання трупа, охолодження трупа, м'язове залякання трупа, трупні плями та трупний аутоліз. Такі трупні ознаки починають з'являтися вже через 1,5-2 години після настання біологічної смерті, отримують повний розвиток протягом перших 2-х діб після смерті та не супроводжуються значними структурними змінами тканин. Пізні трупні зміни починаються також після настання біологічної смерті, але у більш пізні терміни. Це гниття, муміфікація, сапоніфікація, дублення тощо. Для точного визначення часу настання смерті експерт повинен враховувати велику кількість факторів, які впливають на труп, аналізувати можливу причину смерті, проводити додаткові дослідження та звертатись за консультаціями до спеціалістів різного профілю. В залежності від давності смерті та умов, в яких знаходився труп, визначення часу настання смерті є наближеним з коливанням до 2-3-х годин протягом першої доби та 15-20-ти годин у наступні доби. Велике значення при цьому має кваліфікація експерта.

На даний час не існує об'єктивного, точного та зручного способу визначення часу настання смерті. Спосіб, що заявляється, дозволяє уникнути вказаних недоліків, значно об'єктивізувати визначення часу настання смерті та отримати точні дані, які не залежать від суб'єктивної оцінки судово-медичного експерта.

Відомий ряд оптичних способів поляриметрії, які досліджують координатний розподіл станів поляризації лазерного випромінювання біологічними тканинами. Спосіб-аналог, описаний в [S.L. Jacques, Polarized light imaging of biological tissues in Handbook of Biomedical Optics, D. Boas, C. Pitris, and N. Ramanujam, Eds., CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2011, pp. 649-669], заснований на аналізі картини розподілу азимутів поляризації в лазерному зображенні гістологічних зрізів сполучної і м'язової тканини.

Недоліком способу є низька точність вимірювання азимутів поляризації у зображенні та визначення їх координатного розподілу.

Також аналогом способу, що заявляється, є спосіб визначення оптико-геометричної структури біологічних тканин шляхом оцінки розподілів азимутів і еліптичності поляризації [N. Ghosh, I.A. Vitkin, Tissue polarimetry: concepts, challenges, applications and outlook, J. Biomed. Opt. 16 (2011) 110801].

У способі-аналогу за допомогою чверть-хвильової пластинки і поляризатора вимірюють координатний розподіл азимутів і еліптичності поляризації у площині лазерного зображення, за яким визначають оптико-геометричну структуру архітектонічної сітки сполучної і м'язової біологічних тканин.

Основним недоліком способу-аналога є відсутність даних про часові зміни оптичних властивостей біологічних тканин трупа людини, а також використання обмеженої кількості тканин різних типів. Окрім цього, розподіли поляризаційних параметрів мікроскопічних зображень гістологічних зрізів біологічних тканин є азимутально-залежними від повороту площини зразка відносно напрямку опромінювання, що значно понижує точність вимірювань.

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб визначення часу настання смерті за оцінкою дегенеративно-дистрофічних змін м'яких тканин [Бедрин Л.М., Крюков В.Н., Литвак А.С. и др. Судебная медицина. - М., Медицина. - 1987. - 464 с.], при якому час настання смерті визначається за діагностикою дегенеративно-дистрофічних змін м'яких тканин. При цьому дегенеративно-дистрофічні зміни оцінюються шляхом виявлення ранніх та пізніх трупних змін (висихання, охолодження, м'язове залякання трупа, трупні плями, трупний аутоліз, гниття, муміфікація, сапоніфікація, дублення), наявність яких співставляється із умовами, в яких знаходиться труп, можливими причинами смерті та граничним часом розвитку таких змін.

Недоліками найближчого аналога є те, що відбувається відносно, суб'єктивне визначення часу настання смерті, що у більшій мірі залежить від кваліфікації експерта, низька точність визначення часу настання смерті з великим інтервалом коливання, необхідність врахування великої кількості факторів, які можуть значно змінювати час настання окремих трупних змін,

необхідність проведення консультацій інших спеціалістів - екологів, ентомологів, ботаніків тощо, що значно гальмує діагностику у часі та призводить до залучення додаткових коштів.

Нами пропонується рішення, що усуває вказані недоліки.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити спосіб визначення давності настання смерті шляхом оцінки дегенеративних змін за визначенням часових змін поляризаційно-фазової структури лазерних зображень шарів скловидного тіла для забезпечення розширення функціональних можливостей діагностики анізотропії біологічних тканин органів трупа людини, а також підвищити точність визначення давності настання смерті на основі азимутально-незалежного вимірювання поляризаційних параметрів - ФП у точках мікроскопічного зображення.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення давності настання смерті методом стокс-поляриметричного картографування шарів скловидного тіла шляхом оцінки дегенеративних змін біологічних тканин трупа людини, згідно з корисною моделлю, для оцінки таких змін проводять опромінювання шару скловидного тіла право-циркулярно поляризованим випромінюванням з довжиною хвилі 0,6328 мкм, одержані зображення шару скловидного тіла проєктують за допомогою мікрооб'єктива крізь фазовий аналізатор право- і ліво-циркулярно поляризованих складових в точках мікроскопічного зображення, вимірюють координатні розподіли величини інтенсивності, за якими визначають розподіли величини 4-го параметру вектора Стокса (фазовий параметр (ФП)), обчислюють статистичні моменти 3-го і 4-го порядків, які характеризують асиметрію та ексцес розподілів ФП, виявляють часову динаміку зміни величини статистичних параметрів, згідно з якою роблять висновок про давність настання смерті (ДНС).

Спільними ознаками найближчого аналога та корисної моделі, що заявляється, є використання для визначення давності настання смерті дегенеративних змін. Корисна модель відрізняється від найближчого аналога тим, що використовують опромінювання шару скловидного тіла право-циркулярно поляризованим випромінюванням з довжиною хвилі 0,6328 мкм, обчисленням координатних розподілів фазового параметра в точках мікроскопічного зображення з наступним часовим моніторингом та статистичною оцінкою змін розподілів ФП.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для оцінки давності настання смерті в трупа забирають зразок скловидного тіла. Наносять його на прозоре оптично-однорідне скло. Проводять опромінювання шару скловидного тіла право-циркулярно поляризованим випромінюванням з довжиною хвилі 0,6328 мкм, за допомогою фазового аналізу право- і ліво-циркулярно поляризованих складових в точках мікроскопічного зображення визначають розподіли величини 4-го параметру вектора Стокса (фазовий параметр (ФП)), обчислюють статистичні моменти 3-го і 4-го порядків, які характеризують асиметрію та ексцес розподілів ФП, виявляють часову динаміку зміни величини статистичних параметрів, згідно з якою роблять висновок про давність настання смерті (ДНС).

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані.

Найбільш повно фазові поляризаційні характеристики світлових полів описуються у термінах 4-го параметру вектора Стокса [R.A. Chipman, Polarimetry in Handbook of Optics: Vol. I- Geometrical and Physical Optics, Polarized Light, Components and Instruments, M. Bass, Ed., McGraw-Hill Professional, New York, 2010, pp. 22.1-22.37]:

$$S_4 = I_{\otimes} - I_{\oplus} \quad (1)$$

Тут $I_{\otimes}$, $I_{\oplus}$ - інтенсивності право- та ліво-циркулярно поляризованих складових в електромагнітному полі.

За виміряними екстремальними значеннями інтенсивності I_{jk} зображення шару скловидного тіла для кожного окремого пікселя (mn) CCD-камери можна однозначно визначити асиметрію Z_3 та ексцес Z_4 , які характеризують розподіли параметри ФП:

$$Z_3 = \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{ФП})_i^3 \quad ; \quad (2)$$

$$Z_4 = \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{ФП})_i^4 \quad , \quad (3)$$

де N - повна кількість пікселів CCD-камери, яка реєструє поляризаційно-неоднорідне мікроскопічне зображення шарів скловидного тіла.

Використання корисної моделі пояснюється наступними даними часової динаміки некротичної зміни фазової структури мікроскопічних зображень шарів СТ померлих з різною ДНС - таблиця 1.

Таблиця 1

Часова динаміка зміни величини статистичних моментів 1-го - 4-го порядків ($SM_{i=1,2,3,4}$), які характеризують розподіли ФП вектора Стокса мікроскопічних зображень шарів СТ померлих з різною ДНС (Т, год.)

SM_i	T=1	T=3	T=6	T=12	T=18	T=24
SM_1	$0,98 \pm 0,045$	$0,93 \pm 0,043$	$0,88 \pm 0,041$	$0,83 \pm 0,037$	$0,8 \pm 0,036$	$0,78 \pm 0,035$
p	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$
SM_2	$0,18 \pm 0,008$	$0,165 \pm 0,007$	$0,15 \pm 0,006$	$0,12 \pm 0,005$	$0,09 \pm 0,004$	$0,06 \pm 0,003$
p	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$
SM_3	$0,33 \pm 0,014$	$0,37 \pm 0,016$	$0,41 \pm 0,018$	$0,49 \pm 0,021$	$0,57 \pm 0,023$	$0,64 \pm 0,028$
p	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$
SM_4	$0,41 \pm 0,018$	$0,46 \pm 0,021$	$0,52 \pm 0,024$	$0,63 \pm 0,028$	$0,73 \pm 0,034$	$0,84 \pm 0,038$
p	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$	$p \pi 0,05$

5

Таблиця 2

Точність ($\pm \Delta T$) визначення ДНС методом Стокс-поляриметричного картографування шарів СТ

SM_i	T=1	T=3	T=6	T=12	T=18	T=24
SM_1	58 хв.	60 хв.	59 хв.	63 хв.	62 хв.	66 хв.
SM_2	56 хв.	58 хв.	57 хв.	58 хв.	60 хв.	62 хв.
SM_3	53 хв.	54 хв.	55 хв.	54 хв.	55 хв.	55 хв.
SM_4	50 хв.	51 хв.	51 хв.	52 хв.	51 хв.	51 хв.

Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей визначення давності настання смерті шляхом часового моніторингу зміни статистичної структури зображень шарів скловидного тіла. При цьому вперше використано право-циркулярно поляризоване випромінювання з довжиною хвилі 0,6328 мкм, визначення розподілів фазового параметра та проведення часового статистичного моніторингу змін розподілів значень ФП.

10

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

Спосіб визначення давності настання смерті методом стокс-поляриметричного картографування шарів скловидного тіла шляхом оцінки дегенеративних змін біологічних тканин трупа людини, який **відрізняється** тим, що для оцінки таких змін проводять опромінювання шару скловидного тіла право-циркулярно поляризованим випромінюванням з довжиною хвилі 0,6328 мкм, одержані зображення шару скловидного тіла проєктують за допомогою мікрооб'єктива крізь фазовий аналізатор право- і ліво-циркулярно поляризованих складових в точках мікроскопічного зображення, вимірюють координатні розподіли величини інтенсивності, за якими визначають розподіли величини 4-го параметру вектора Стокса (фазовий параметр (ФП)), обчислюють статистичні моменти 1-4-го порядків, які характеризують асиметрію та ексцес розподілів ФП, виявляють часову динаміку зміни величини статистичних параметрів, згідно з якою роблять висновок про давність настання смерті (ДНС).

20

25

Комп'ютерна верстка М. Шамо́ніна

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601