



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **143815** (13) **U**

(51) МПК (2020.01)

G01N 33/48 (2006.01)**A61D 5/00****G01M 11/02** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2020 01818	(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)
(22) Дата подання заявки: 16.03.2020	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2020	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2020, Бюл.№ 15	(73) Власник(и): ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58002 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНО-СЕЛЕКТИВНОЇ ЛАЗЕРНОЇ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЇ МІКРОСКОПІЇ ШАРІВ СКЛОВИДНОГО ТІЛА**(57) Реферат:**

Спосіб визначення давності настання смерті методом спектрально-селективної лазерної флуоресцентної мікроскопії шарів скловидного тіла, шляхом оцінки трупних дегенеративно-дистрофічних змін. Для оцінки трупних змін проводять опромінювання шару ліквору випромінюванням лазерного діода з довжиною хвилі 0,405 мкм, вимірюють крізь інтерференційний світлофільтр з максимумом пропускання на довжині хвилі 0,45 мкм, розподіли інтенсивності автофлуоресценції білкових фібрилярних мереж скловидного тіла трупа людини обчислюють величини статистичних моментів 1-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін. На основі чого визначають давність настання смерті.

UA 143815 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. Залежно 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.

10

15

20

На даний час не існує об'єктивного, точного та зручного способу визначення часу настання смерті. Наш 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.

25

Відомий ряд оптичних способів поляриметрії, які досліджують координатний розподіл станів поляризації лазерного випромінювання біологічними тканинами. 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 зображенні гістологічних зрізів сполучної і м'язової тканини.

30

Недоліком способу є низька точність вимірювання азимутів поляризації у зображенні та визначення їх топологічного розподілу, а також відсутність інформації про розподіли еліптичності поляризації.

35

Також аналогом способу, що заявляється, є спосіб визначення оптико-геометричної структури біологічних тканин шляхом оцінки розподілів азимута та еліптичності поляризації. [O.V. Angelsky, A.G. 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-аналогі за допомогою чвертьхвильової 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.

40

Основним недоліком способу-аналога є відсутність даних про причини зміни оптичних властивостей біологічних тканин трупа людини, а також використання обмеженої кількості тканин різних типів.

45

Аналогом корисної моделі є спосіб визначення давності 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) наявності яких співставляється із умовами, в яких знаходиться труп, можливими причинами смерті та граничним часом розвитку таких змін.

50

55

Недоліками аналога є те, що відбувається відносно, суб'єктивне визначення часу настання смерті, що більшою мірою 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.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити спосіб визначення давності настання смерті шляхом оцінки дегенеративно-дистрофічних трупних змін за визначенням часових змін статистичних моментів 1-4-го порядків, які характеризують координатні розподіли значень інтенсивності лазерно-індукованої автофлуоресценції протеїнових фібрилярних мереж шарів скловидного тіла для розширення функціональних можливостей діагностики анізотропії біологічних рідин трупа людини, а також підвищення точності вимірювання часу настання смерті.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення давності настання смерті методом спектрально-селективної лазерної флуоресцентної мікроскопії шарів скловидного тіла, шляхом оцінки трупних дегенеративно-дистрофічних змін. Для оцінки трупних змін проводять опромінювання шару ліквору випромінюванням лазерного діода з довжиною хвилі 0,405 мкм, вимірюють крізь інтерференційний світлофільтр з максимумом пропускання на довжині хвилі 0,45 мкм, розподіли інтенсивності автофлуоресценції білкових фібрилярних мереж скловидного тіла трупа людини обчислюють величини статистичних моментів 1-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін. На основі чого визначають давність настання смерті.

Спільними ознаками аналога та рішення, що заявляється, є використання для визначення давності настання смерті дегенеративно-дистрофічних змін. Корисна модель відрізняється від аналога тим, що використовують випромінювання лазерного діода з довжиною хвилі 0,405 мкм, вимірюють крізь інтерференційний світлофільтр з максимумом пропускання на довжині хвилі 0,45 мкм, розподіли інтенсивності автофлуоресценції білкових фібрилярних мереж скловидного тіла трупа людини, обчислюють величини статистичних моментів 1-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін, на основі чого визначають давність настання смерті.

Спосіб здійснюється наступним чином:

Для оцінки давності настання смерті в трупа забирають зразки скловидного тіла. За допомогою пристрою проводять лазерне опромінення дослідного зразку, вимірюють крізь інтерференційний світлофільтр з максимумом пропускання на довжині хвилі 0,45 мкм, розподіли інтенсивності автофлуоресценції білкових фібрилярних мереж скловидного тіла трупа людини. За оцінкою часової динаміки зміни значень статистичних моментів 1-4-го порядків розподілів інтенсивності флуоресценції шару скловидного тіла визначають давність настання смерті.

Теоретичним підґрунтям для використання способу є наступні дані. Ідея [Лазерна поляризаційна морфологія біологічних тканин: статистичний і фрактальний підходи. Монографія / [Ушенко О.Г., Пішак В.П., Ангельський О.В., Ушенко Ю.О.]. - Чернівці: Колір-Друк, 2007. - 314 с.] лазерної флуоресценції полягає в опромінюванні біологічних тканин людини короткохвильовим пучком з довжиною хвилі $\lambda=0,405$ мкм, що має енергію W

$$W = h \cdot c / \lambda \quad (1).$$

Тут c - швидкість світла; h - стала Планка.

При поглинанні такої енергії молекулами білків скловидного тіла відбувається їх активація з наступною флуоресценцією у вигляді перевипромінювання у більш довгохвильовій області

$$\lambda = 0,45 \text{ мкм} \quad W^* = h \cdot c / \lambda^* \quad (2)$$

Таким чином, залежно від кількості та концентрації таких молекул у шарі скловидного тіла формується координатний розподіл величини інтенсивності авто флуоресценції

$$I(\lambda) = \begin{pmatrix} I_{m1} & I_{mn} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Таким чином, за виміряними значеннями інтенсивності I_{jk} автофлуоресценції шару скловидного тіла для кожного окремого пікселя (mn) CCD-камери можна однозначно визначити статистичних моментів 1-4-го порядків

$$\left\{ \begin{array}{l} SM_1 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (I)_j; \\ SM_2 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (I)^2_j}; \\ SM_3 = \frac{1}{(Z_2)^3} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (I)^3_j; \\ SM_4 = \frac{1}{(Z_2)^4} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (I)^4_j, \end{array} \right.$$

(4)

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

Використання корисної моделі пояснюється наступними даними.

У таблиці 1 і таблиці 2 приведені часові інтервали і точність визначення давності настання смерті.

Таблица 1

Часова динаміка зміни величини статистичних моментів 1-4-го порядків ($SM_{i=1;2;3;4}$), які характеризують розподіли величини інтенсивності лазерної спектрально-селективної автофлуоресценції ($\lambda=0,45$ мкм) полікристалічної складової шарів СТ померлих з різною ДНС (Т, год.)

SM_i	T=1	T=6	T=12	T=18	T=24	T=36
SM_1	0,83±0,039	0,78±0,033	0,67±0,029	0,52±0,022	0,36±0,014	0,21±0,009
p	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05
SM_2	0,47±0,021	0,42±0,018	0,36±0,015	0,25±0,011	0,15±0,007	0,03±0,002
p	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05
SM_3	0,22±0,009	0,35±0,015	0,48±0,018	0,75±0,031	1,01±0,044	1,27±0,057
p	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05
SM_4	0,11±0,005	0,51±0,022	0,71±0,031	1,11±0,046	1,52±0,069	1,91±0,087
p	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05	p^π 0,05

Таблица 2

Точність визначення ДНС методом лазерної спектрально-селективної ($\lambda=0,45$ мкм) флуоресцентної мікроскопії шарів СТ

SM_i	T=1	T=6	T=12	T=18	T=24	T=36
SM_1	37 хв	37 хв	37 хв	38 хв	38 хв	39 хв
SM_2	34 хв	34 хв	35 хв	35 хв	35 хв	36 хв
SM_3	22 хв	23 хв	23 хв	23 хв	24 хв	24 хв
SM_4	15 хв	15 хв	15 хв	16 хв	16 хв	17 хв

Технічний результат забезпечує нова сукупність дій, яка складає запропонований спосіб, що призводить до розширення функціональних можливостей та підвищення точності визначення давності настання смерті шляхом часового моніторингу зміни значень статистичних моментів розподілів інтенсивності флуоресценції шарів скловидного тіла. Нами вперше використано випромінювання лазерного діоду з довжиною хвилі 0,405 мкм, вимірюють крізь інтерференційний світлофільтр з максимумом пропускання на довжині хвилі 0,45 мкм, розподіли інтенсивності автофлуоресценції білкових фібрилярних мереж скловидного тіла трупа людини, обчислюють величини статистичних моментів 1-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін, на основі чого визначають давність настання смерті.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення давності настання смерті методом спектрально-селективної лазерної флуоресцентної мікроскопії шарів скловидного тіла, шляхом оцінки трупних дегенеративно-

5 дистрофічних змін, який **відрізняється** тим, що для оцінки трупних змін проводять опромінювання шару ліквору випромінюванням лазерного діода з довжиною хвилі 0,405 мкм, вимірюють крізь інтерференційний світлофільтр з максимумом пропускання на довжині хвилі 0,45 мкм, розподіли інтенсивності автофлуоресценції білкових фібрилярних мереж скловидного тіла трупа людини, обчислюють величини статистичних моментів 1-4-го порядків, за якими судять про часову динаміку трупних змін, на основі чого визначають давність настання смерті.

Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

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