

МОЖЛИВОСТІ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТРУПНИХ ПЛЯМ ТА СИНЦІВ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ ЛАЗЕРНИМИ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИМИ МЕТОДИКАМИ

В.Т. Воронов

Вінницький національний медичний університет ім. М.І.Пирогова, м. Вінниця, Україна

Ключові слова:

диференціація, давність настання смерті, ушкодження, трупні плями, лазерна поляриметрия, матриця Мюллера.

Буковинський медичний вісник. 2022. Т. 26, № 3 (103). С. 15-19.

DOI: 10.24061/2413-0737.XXVI.3.103.2022.3

E-mail: forensic@vnmu.edu.ua

Резюме. Однією з актуальних проблем судової медицини залишається виявлення крововиливів у м'яких тканинах при експертизах гниліснозмінених трупів, адже пізні трупні явища значно спотворюють первинну морфологічну картину, тим самим ускладнюючи проведення експертизи. Зміна забарвлення шкірних покривів через кілька днів та пізніше після настання смерті найчастіше унеможливорює макроскопічну діагностику крововиливів, зокрема їх диференціацію з трупними плямами.

Мета роботи. Дослідити можливості виявлення та диференціації синців у ділянках трупних плям на різних стадіях давності настання смерті методом Мюллер-матричного аналізу поляризаційних зображень оптично-анізотропних полікристалічних мереж м'яких тканин людини.

Матеріал і методи. Проводили забір ділянок шкіри з підшкірною жировою клітковиною від трупів осіб, що зазнали від механічних травм. Отримані зразки були розподілені на дві групи: інтактні зразки трупних плям на стадіях гіпостазу та імбібіції та з наявними крововиливами з відомою давністю настання смерті. Проводили дослідження тканин за допомогою лазерного поляриметра стандартної схеми.

Результати. За результатами дослідження встановлено, що показники статистичних моментів 3-го та 4-го порядків (S_3 , S_4) розподілів інтенсивності лазерних зображень шкіри показують статистично достовірну ($p < 0,001$) різницю між інтактними ділянками та при поєднанні синців та трупних плям. Значення асиметрії та ексцесу (S_3 від $1,23 \pm 0,032$ до $1,56 \pm 0,038$; S_4 від $1,49 \pm 0,024$ до $1,94 \pm 0,021$) для інтактних зразків трупних плям змінювались зі збільшенням інтервалу давності настання смерті. Спостерігались аналогічні зміни значень S_3 та S_4 (S_3 від $1,54 \pm 0,031$ до $1,83 \pm 0,037$; S_4 від $1,82 \pm 0,026$ до $2,11 \pm 0,023$) для зразків шкіри в ділянках локалізації трупних плям із наявними крововиливами.

Висновки. Можна констатувати, що застосування методу Мюллер-матричного аналізу поляризаційних зображень оптично-анізотропних полікристалічних мереж м'яких тканин людини є ефективним у виявленні та диференціації синців у ділянках трупних плям на різних стадіях давності настання смерті шляхом проведення статистичного аналізу значень статистичних моментів 3-го та 4-го порядків.

POSSIBILITIES OF DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF LIVORES MORTIS AND BRUISES AT DIFFERENT STAGES OF THE TIME SINCE DEATH USING LASER POLARIZATION METHODS

V.T. Voronov

Key words: differentiation, time of death, injuries, livores mortis, laser polarimetry, Mueller's matrix.

Bukovinian Medical Herald.

2022. V. 26, № 3 (103). P. 15-19.

Resume. One of the urgent problems of forensic medicine remains the detection of hemorrhages in soft tissues during examinations of decayed corpses, because late cadaveric phenomena significantly distort the primary morphological picture, thereby complicating the examination. A change in the color of the skin after a few days or later after death most often makes the macroscopic diagnosis of hemorrhages impossible, in particular, their differentiation with livores mortis.

The aim of work. To investigate the possibilities of detecting and differentiating bruises in areas of livores mortis at different stages of the time since death by the Muller matrix analysis of polarization images of optically anisotropic polycrystalline networks of human soft tissues.

Оригінальні дослідження

Material and methods. Skin sections with subcutaneous fatty tissue were collected from corpses of persons who died from mechanical injuries. The obtained samples were divided into two groups: intact samples of livores mortis at the stages of hypostasis and imbibition and with existing hemorrhages with a known time since death. Tissue research was carried out using a laser polarimeter of a standard scheme.

Results. According to the results of the study, it was established that the values of the statistical moments of the 3rd and 4th orders (S_3 , S_4) of the intensity distributions of laser images of the skin show a statistically significant ($p_1 < 0,001$) difference between intact areas and when bruises and livores mortis are combined. The values of asymmetry and excess (S_3 from $1,23 \pm 0,032$ to $1,56 \pm 0,038$; S_4 from $1,49 \pm 0,024$ to $1,94 \pm 0,021$) for intact samples of livores mortis changed with increasing interval of time since death. Similar changes in S_3 and S_4 (S_3 from $1,54 \pm 0,031$ to $1,83 \pm 0,037$; S_4 from $1,82 \pm 0,026$ to $2,11 \pm 0,023$) for skin samples in the areas of localization of livores mortis with existing bruises.

Conclusions. Thus, it can be stated that the application of the Mueller matrix analysis method of polarization images of optically anisotropic polycrystalline networks of soft human tissues is effective in detecting and differentiating bruises in the areas of cadaveric spots at different stages of the postmortem interval by conducting a statistical analysis of the values of the statistical moments of 3rd and 4th order.

Вступ. Дослідження трупів померлих на пізніх етапах посмертного періоду є неодмінною складовою практичної діяльності судово-медичних експертів. Однак розкладання тіла людини – дуже складний процес, що відбувається у відповідь на дію зовнішніх та внутрішніх факторів впливу, шляхом взаємодії різних біологічних і хімічних компонентів [1-3]. Зовнішні фактори включають умови навколишнього середовища (температура, вологість, одяг, активність комах), тоді як внутрішні фактори здебільшого пов'язані з причиною смерті та індивідуальними характеристиками організму людини (маса тіла, вік, стать, захворювання, травми або лікування) [2, 3]. Тому, слід зауважити, що експертиза гниліснозміненого трупа є досить не простим завданням, адже з більшим розвитком гниття стають погано помітними неозброєним оком або й повністю зникають ознаки ушкоджень та патологічних змін у тканинах. Внаслідок гниття відбувається зміна нормального кольору та структури шкірних покривів, що значно утруднює дослідження проявів прижиттєвого механічного впливу на м'які тканини тіла людини, таких, як синці, садна, рани [4]. Це, у свою чергу, може ввести в оману експерта та не дозволить достовірно встановити факт травми та її давність, зокрема у випадках розташування проявів ушкоджень у зоні трупних плям.

При аналізі наукової літератури, ми виявили незначну кількість праць, присвячених питанню диференціації ушкоджень та трупних плям на пізніх стадіях давності настання смерті (ДНС), незважаючи на його актуальність [1-5]. Відомі традиційні способи є технічно складними, вимагають висококваліфікованого персоналу та займають тривалий час. Тому, для вирішення даної проблеми, хочемо запропонувати застосування Мюллер-матричного аналізу поляриза-

ційних зображень оптично-анізотропних полікристалічних мереж м'яких тканин людини для диференціації синців та трупних плям на пізніх етапах ДНС. Дана методика відмінно зарекомендувала себе в низці наукових досліджень, присвячених вирішенню нагальних проблем науки та практичної медичної діяльності [6-8].

Мета роботи. Дослідити можливості виявлення та диференціації синців у ділянках трупних плям на різних стадіях ДНС методом Мюллер-матричного аналізу поляризаційних зображень оптично-анізотропних полікристалічних мереж м'яких тканин людини.

Матеріал і методи. Проводили забір м'яких тканин (шкіра, підшкірна жирова клітковина) трупів осіб, що загинули від механічних травм. Отримані зразки були розподілені на дві групи: 1) інтактні зразки трупних плям на стадіях гіпостазу та імбібіції; 2) зразки шкіри в ділянках локалізації трупних плям з наявними крововиливами. Вилучений матеріал вивчали на різних етапах ДНС: 24 год, 3, 7 та 14 діб (дослідний матеріал зберігання при температурі $+18-23^\circ\text{C}$). Зрізи тканин готували за стандартною методикою на заморожувальному мікроскопі. У подальшому проводили дослідження тканин з допомогою лазерного поляриметра, схема будови якого зображена на рис.1 [7].

Статистичний аналіз отриманих результатів проводили в програмному продукті Matlab та Statistica.

Результати дослідження та їх обговорення. На рисунках 2 та 3 наведені гістограми та розподіли інтенсивності лазерних зображень гістологічних зрізів м'яких тканин людини із синцем у ділянці трупних плям та без при ДНС 7 діб.

Провівши порівняльний аналіз зображень (рис.2, 3), ми виявили, що залежності інтенсивності випромі-

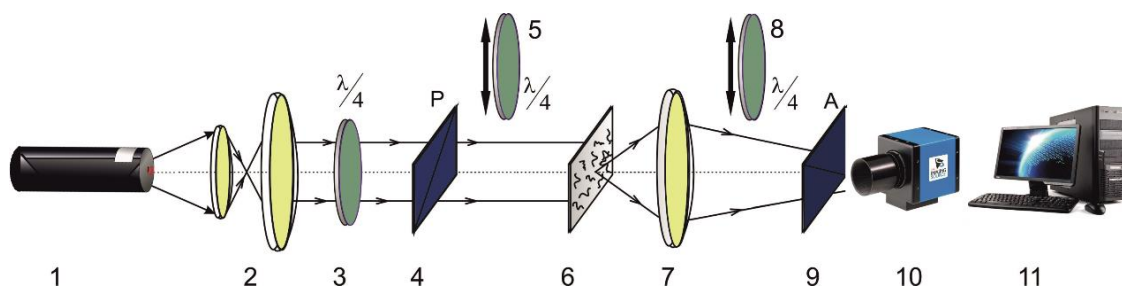


Рис. 1. Схематичне зображення експериментальної установки лазерного поляриметра: 1 - джерело випромінювання; 2 – коліматор; 3 - нерухома чвертьхвильова пластина; 4 – поляризатор; 5, 8 - механічно рухомі чвертьхвильові пластини; 6 - об'єкт дослідження; 7 - об'єктив; 9 – аналізатор; 10 – CCD камера; 11- ПК

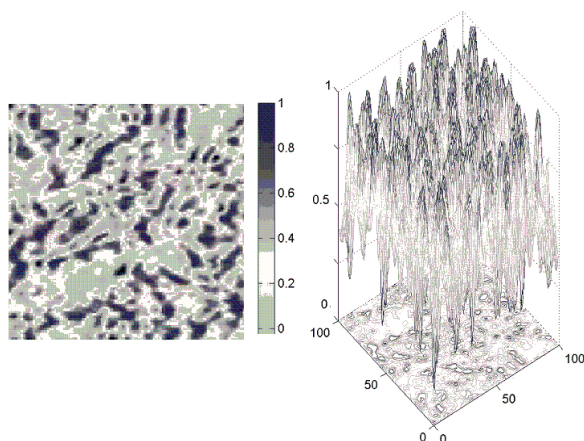


Рис. 2. Гістограми та розподіли інтенсивності лазерних зображень гістологічних зрізів м'яких тканин без ушкоджень у ділянці трупних плям при давності настання смерті 7 діб

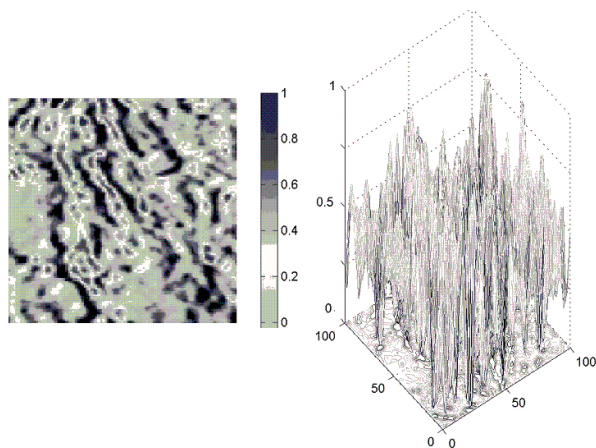


Рис. 3. Гістограми та розподіли інтенсивності лазерних зображень гістологічних зрізів м'яких тканин людини із синцем у ділянці трупних плям при давності настання смерті 7 діб

нювання складаються із сукупності хаотично розташованих екстремумів, що пов'язано із просякненням тканин кров'ю. Однак хочемо зауважити, що структура розподілів інтенсивності лазерних зображень гістологічних зрізів шкіри та підшкірно-жирової клітковини в ділянці трупних плям із синцем та без ушкоджень мають суттєву різницю.

Виявлено, що величина екстремумів значень інтенсивності випромінювання лазерних зображень зразків тканин, відібраних із синцями в ділянках трупних плям, значно менша порівняно з нешкодованими ділянками. На нашу думку, це пов'язано з більшим поглинанням світлових променів у місцях крововиливів, що проявляється у зменшенні інтенсивності зображень на відміну від інтактних ділянок.

Для кількісної оцінки нами проведено статистичний аналіз, результати якого наведені в таблицях 1-4.

Аналіз середніх показників статистичних моментів 3-го та 4-го порядків (S_3, S_4) розподілів інтенсивності лазерних зображень шкіри показує статистично достовірну ($p_1 < 0,001$) різницю між інтактними ділянками та при поєднанні синців та трупних плям. У той же час значення середнього та дисперсії (S_1, S_2) не показують наявності статистично достовірної різниці. Таким чином, як діагностичний критерій диференціації трупних плям без ушкоджень та з наявними синцями можна використовувати асиметрію та ексцес (S_3, S_4).

Таблиця 1
Значення статистичних моментів 1-4-го порядків ($S_{j=1;2;3;4}$), що характеризують розподіли елементів матриці Мюллера гістологічних зрізів шкіри з двох груп при давності настання смерті 24 год

Статистичні моменти 1-4-го порядків ($S_{j=1;2;3;4}$)	Група 1(зразки м'яких тканин з ділянок трупних плям без ушкоджень; n=45)	Група 1(зразки м'яких тканин із синцями в ділянках трупних плям; n=45)
Середнє, S_1	$0,58 \pm 0,046$	$0,52 \pm 0,051$
p_1	>0,05	
Дисперсія, S_2	$0,37 \pm 0,033$	$0,32 \pm 0,035$
p_1	>0,05	
Асиметрія, S_3	$1,23 \pm 0,032$	$1,54 \pm 0,031$
p_1	<0,001	
Ексцес, S_4	$1,49 \pm 0,024$	$1,82 \pm 0,026$
p_1	<0,001	

Оригінальні дослідження

Таблиця 2

Значення статистичних моментів 1-4-го порядків ($S_{j=1,2,3,4}$), що характеризують розподіли елементів матриці Мюллера гістологічних зрізів шкіри з двох груп при давності настання смерті 3 доби

Статистичні моменти 1-4-го порядків ($S_{j=1,2,3,4}$)	Група 1(зразки м'яких тканин з ділянок трупних плям без ушкоджень; n=45)	Група 1(зразки м'яких тканин із синцями в ділянках трупних плям; n=45)
Середнє, S_1	0,53±0,048	0,49±0,049
p_1	>0,05	
Дисперсія, S_2	0,34±0,038	0,30±0,031
p_1	>0,05	
Асиметрія, S_3	1,36±0,035	1,67±0,036
p_1	<0,001	
Експес, S_4	1,53±0,021	1,92±0,021
p_1	<0,001	

Таблиця 3

Значення статистичних моментів 1-4-го порядків ($S_{j=1,2,3,4}$), що характеризують розподіли елементів матриці Мюллера гістологічних зрізів шкіри з двох груп при давності настання смерті 7 діб

Статистичні моменти 1-4-го порядків ($S_{j=1,2,3,4}$)	Група 1(зразки м'яких тканин з ділянок трупних плям без ушкоджень; n=45)	Група 1(зразки м'яких тканин із синцями в ділянках трупних плям; n=45)
Середнє, S_1	0,56±0,039	0,51±0,043
p_1	>0,05	
Дисперсія, S_2	0,37±0,037	0,32±0,039
p_1	>0,05	
Асиметрія, S_3	1,42±0,031	1,78±0,032
p_1	<0,001	
Експес, S_4	1,76±0,022	1,99±0,020
p_1	<0,001	

Таблиця 4

Значення статистичних моментів 1-4-го порядків ($S_{j=1,2,3,4}$), що характеризують розподіли елементів матриці Мюллера гістологічних зрізів шкіри з двох груп при давності настання смерті 14 діб

Статистичні моменти 1-4-го порядків ($S_{j=1,2,3,4}$)	Група 1(зразки м'яких тканин з ділянок трупних плям без ушкоджень; n=45)	Група 1(зразки м'яких тканин із синцями в ділянках трупних плям; n=45)
Середнє, S_1	0,53 ± 0,041	0,48 ± 0,042
p_1	>0,05	
Дисперсія, S_2	0,33±0,039	0,31±0,038
p_1	>0,05	
Асиметрія, S_3	1,56±0,038	1,83±0,037
p_1	<0,001	
Експес, S_4	1,94±0,021	2,11±0,023
p_1	<0,001	

Висновок. Можна констатувати, що застосування методу Мюллер-матричного аналізу поляризаційних зображень оптично-анізотропних полікристалічних мереж м'яких тканин людини є ефективним у виявленні та диференціації синців у ділянках трупних плям на різних стадіях давності настання смерті шляхом проведення статистичного аналізу значень статистичних моментів 3-го та 4-го порядків. Вважаємо доцільним проведення подальших досліджень у даному напрямку із визначенням банку цифрових даних проведення аналізу часової залежності діапазону змін аналізованих показників.

Список літератури

1. Madea B. Methods for determining time of death. Forensic

Sci Med Pathol. 2016;12(4):451-85. DOI: 10.1007/s12024-016-9776-y.

2. Pittner S, Bugelli V, Weitgasser K, Zissler A, Sanit S, Lutz L, et al. A field study to evaluate PMI estimation methods for advanced decomposition stages. Int J Legal Med. 2020;134(4):1361-73.

3. Montisci M, Cecchetto G, Viel G. Post-Mortem Assessment and Evolutionary Role of the Autopsy. 2022. DOI:10.5772/intechopen.103885.

4. De-Giorgio F, Grassi S, d'Aloja E, Pascali VL. Post-mortem ocular changes and time since death: scoping review and future perspective. Leg Med. 2021;50:101862. DOI: 10.1016/j.legalmed.2021.101862.

5. Wang Q, Lin HC, Xu JR, Huang P, Wang ZY. Current Research and Prospects on Postmortem Interval Estimation. Fa Yi Xue Za Zhi. 2018;34(5):459-67. DOI: 10.12116/j.issn.1004-

5619.2018.05.002.

6. Ushenko VA, Hogan BT, Dubolazov A, Grechina AV, Boronikhina TV, Gorsky M, et al. Embossed Topographic Depolarisation Maps of Biological Tissues with Different Morphological Structures. Sci Rep. 2021;11(1):3871. DOI: 10.1038/s41598-021-83017-2.

7. Olar OV, Ushenko VO, Sakhnovskiy Miu, Ushenko YuO, Dubolazov OV, Ushenko OH, et al. Methods and means of

asymutal-invariant muller matrix polarimetry of optical and anisotropic biological layers. Biophysical Bulletin. 2019;41:52-62. DOI: 10.26565/2075-3810-2019-41-04.

1. Bachinskyi VT, Boychuk TM, Ushenko AG, Ushenko YA. Laser polarimetry of biological tissues and fluids. Chapter 4. Methods of spatial-frequency, singular and correlation analysis of biological layers object fields. LAP Lambert Academic Publishers; 2018. 192 p.

Відомості про авторів

Воронов В.Т. – д-р мед. наук, професор кафедри судової медицини та права Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова, м.Вінниця, Україна.

Information about the author

Voronov V.T. – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Forensic Medicine and Law, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnitsya, Ukraine.

*Надійшла до редакції 04.09.22
Рецензент – проф. Ванчуляк О.Д.
© В.Т. Воронов, 2022*