

СУДОВО-МЕДИЧНА ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ІНФАРКТІВ МОЗКУ ТА КРОВОВИЛИВІВ ТРАВМАТИЧНОГО ГЕНЕЗУ МЕТОДОМ 3D-МЮЛЛЕР-МАТРИЧНОЇ МІКРОСКОПІЇ

М.С. Гараздюк¹, О.В. Дуболазов², В.О. Тюленєва¹

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

²Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича, м. Чернівці, Україна

Ключові слова:

крововиливи
травматичного
генезу, крововиливи
нетравматичного
генезу, ішемічний
інфаркт мозку,
3D-Мюллер-матричне
картографування.

Буковинський медичний
вісник. Т.25, № 1 (97).
С. 24-30.

DOI: 10.24061/2413-
0737.XXV.1.97.2021.4

E-mail: m.garazdiuk@
gmail.com, sudmed@
bsmu.edu.ua

Мета роботи - розробити судово-медичні критерії диференційної діагностики утворення крововиливів травматичного генезу (КТГ), ішемічного інфаркту мозку (ІІМ) і крововиливів нетравматичного генезу (КНГ) методом 3D- Мюллер-матричної мікроскопії поширових азимутально-інваріантних Мюллер-матричних зображень циркулярного двопротинезаломлення гістологічних зрізів мозку.

Матеріал і методи. Для дослідження використані нативні зрізи речовини головного мозку від 110 трупів у випадку: смерті від ішемічної хвороби серця - 20 (18,1%) нативних зрізів (група 1 - контроль); КТГ - 30 (27,3%) зрізи (група 2), ІІМ - 30 (27,3%) зрізи (група 3), КНГ - 30 (27,3%) зрізи (група 4). Вимірювання значень розподілу координатних параметрів поляризації в точках мікроскопічних зображень проводилося в місці розташування стандартного стокс-поляриметра.

Результати. Виявлено, що для кожного із фазових перерізів об'ємних розподілів поля комплексних амплітуд величини чутливості, специфічності та збалансованої точності статистичного аналізу координатних розподілів Мюллер-матричних інваріант циркулярного дихроїзму мають максимальні значення для малих фазових зсувів, які відповідають рівню однократного розсіяння. Встановлено максимальний рівень збалансованої точності міжгрупової диференціації шляхом обчислення статистичних моментів 3-го і 4-го порядку, які характеризують асиметрію та ексцес розподілів величини Мюллер-матричних інваріант циркулярного дихроїзму гістологічних зрізів речовини головного мозку.

Висновки. Досягнуто відмінної збалансованої точності (95% - 96%) диф-діагностики між групою контролю та усіма досліджуваними групами, хорошої точності (92% - 93%) між ішемічним інсультом та травматичними крововиливами та задовільної точності (85% - 86%) між інсультами травматичного та геморагічного генезів.

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ИНФАРКТА МОЗГА И КРОВОИЗЛИЯНИЯ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ГЕНЕЗА МЕТОДОМ 3D- МЮЛЛЕР- МАТРИЧНОЙ МИКРОСКОПИИ

М.С. Гараздюк, А.В. Дуболазов, В.А. Тюленева

Ключевые слова:

кровоизлияния
травматического
генеза, кровоизлияния
нетравматического
генеза, ишемический
инфаркт мозга,
3D-Мюллер-матричное

Цель работы – разработать судебно-медицинские критерии дифференциальной диагностики образования кровоизлияний травматического генеза (КТГ), ишемического инсульта мозга (ИИМ) и кровоизлияний нетравматического генеза (КНГ) методом 3D- Мюллер-матричной микроскопии послойных азимутально-инвариантных Мюллер-матричных изображений циркулярного двулучепреломления гистологических срезов мозга.

Материал и методы. Для исследования были использованы нативные срезы вещества головного мозга от 110 трупов в случае: смерти от ишемической

картографирование.

Буковинский медицинский вестник. Т.25, № 1 (97). С.24-30.

болезни сердца - 20 (18,1%) нативных срезов (группа 1 - контроль); КТГ - 30 (27,3%) срезы (группа 2), ИИМ - 30 (27,3%) срезы (группа 3), КНГ - 30 (27,3%) срезы (группа 4). Измерение значений распределения координатных параметров поляризации в точках микроскопических изображений проводилось в месте расположения стандартного стокс-поляриметра.

Результаты. Обнаружено, что для каждого из фазовых сечений объемных распределений поля комплексных амплитуд величины чувствительности, специфичности и сбалансированной точности статистического анализа координатных распределений Мюллер-матричных инвариант циркулярного дихроизма имеют максимальные значения для малых фазовых сдвигов, которые соответствуют уровню однократного рассеяния. Обнаружено максимальный уровень сбалансированной точности межгрупповой дифференциации путем вычисления статистических моментов 3-го и 4-го порядка, характеризующих асимметрию и эксцесс распределений величины Мюллер-матричных инвариант циркулярного дихроизма гистологических срезов вещества головного мозга.

Выводы. Достигнута отличная сбалансированная точность (95% - 96%) дифдиагностики между группой контроля и всеми исследуемыми группами, хорошая точность (92% - 93%) между ишемическим инсультом и травматическими кровоизлияниями и удовлетворительная точность (85% - 86%) между инсультами травматического и геморрагического генеза.

FORENSIC MEDICAL DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF BRAIN INFARCTIONS AND HEMORRHASIS OF TRAUMATIC GENESIS BY MUELLER-MATRIX MICROSCOPY

M.S. Garazdiuk, O.V. Dubolazov, V.O. Tiulienieva

Key words: hemorrhages of traumatic genesis, hemorrhages of non-traumatic genesis, ischemic cerebral infarction, 3D-Mueller-matrix mapping.

Bukovinian Medical Herald. V.25, № 1 (97). P. 24-30.

Abstract. The aim of the work is to develop forensic criteria for differential diagnosis of traumatic hemorrhages (HTG), ischemic stroke (IS), and hemorrhages of nontraumatic genesis (HNG) formation by 3D Mueller-matrix microscopy of layers of azimuthal-invariant Mueller-matrix images of circular birefringence of histological sections of the brain.

Material and methods. Native sections of brain taken from 110 corpses were used for the study in the case of: death from coronary heart disease - 20 (18.1%) native sections (group 1 - control); HTG - 30 (27.3%) sections (group 2), IIB - 30 (27.3%) sections (group 3), HNG - 30 (27.3%) sections (group 4). Measurement of the values of the distribution of coordinate parameters of polarization at the points of microscopic images was performed at the location of the standard Stokes polarimeter.

Results. It is found that for each of the phase cross-sections of the field, the volume of distributions of complex amplitudes of sensitivity, specificity and balanced accuracy of statistical analysis of coordinate distributions of Mueller-matrix invariants of circular dichroism have maximum values for small phase shifts corresponding to their level. The maximum level of balanced accuracy of intergroup differentiation was revealed by calculating statistical moments of the 3rd and 4th order, which characterize the asymmetry and excess distributions of the Mueller-matrix invariants values of circular dichroism of histological sections of brain substance.

Conclusions. Excellent balanced accuracy (95% - 96%) of differential diagnosis was achieved between the control group and all study groups, good accuracy (92% - 93%) between ischemic stroke and traumatic hemorrhage and satisfactory accuracy (85% - 86%) between traumatic and hemorrhagic strokes genesis.

Оригінальні дослідження

Вступ. Черепно-мозкова травма (ЧМТ) – один із найпоширеніших видів механічних пошкоджень людського тіла [1-5]. У рутинній практиці судово-медичного експерта трапляються випадки, коли труп було виявлено вдома за нез'ясованих обставин, а надалі під час проведення розтину виявлено крововилив у речовину головного мозку (РГМ). У цьому випадку органи дізнання порушують питання щодо походження крововиливу: травматичного чи нетравматичного. У світовій практиці є дослідження, які свідчать про те, що ЧМТ та інсульти можуть взагалі співіснувати або виникати один на фоні іншого, що ще більше ускладнює ситуацію [4]. Саме тому проведення диференційної діагностики причини смерті (ПС) від ішемічного інфаркту мозку (ІМ), крововиливів травматичного (КТГ) та нетравматичного (КНГ) генезу є дуже важливим та дозволяє виключити насильницький характер смерті [1,2].

У світовій практиці медики для диференційної діагностики всередині групи гострих порушень мозкового кровообігу використовують комп'ютерну томографію (КТ) у сукупності з даними загальноклінічної картини [6,7]. Проте практично немає наробок щодо диференціації інсультів ішемічного та геморагічного генезів із крововиливами в РГМ травматичного походження.

Вагомий доробок представили Panzer S. з колегами. Вони обґрунтували доцільність проведення передсмертної КТ у пацієнтів із крововиливами у РГМ для її порівняння із КТ одразу після отримання травми з наступним зіставленням цих знімків із результатами розтину [6,7]. Порівняння між даними первинної КТ та останніми передсмертними знімками КТ виявило помітні зміни у наявності та вираженості ознак травми РГМ, особливо у пацієнтів із тяжкою ЧМТ. Науковці також зазначили, що порівняння даних розтину та КТ виявило високий рівень діагностичної специфічності ($\geq 80\%$) у досліджуваних випадках.

У судово-медичній практиці позитивно зарекомендували себе оптичні методи дослідження біологічних тканин за допомогою лазерів, які, завдяки вивченню явищ розсіювання світла, дозволяють отримати достовірні об'єктивні дані динаміки перед- та післясмертних змін досліджуваних тканин людського організму та з більшою точністю діагностувати перебіг патологічного процесу в біологічних тканинах та рідинах [8-14].

Мета роботи. Розробити судово-медичні критерії диференційної діагностики утворення крововиливів травматичного генезу, інфаркту мозку ішемічного і геморагічного генезу методом 3D-Мюллер-матричної мікроскопії пошарових азимутально-інваріантних Мюллер-матричних зображень циркулярного двопронезаломлення (ММІ ЦД) гістологічних зрізів мозку.

Матеріал і методи. Для дослідження використані нативні зрізи РГМ від 110 трупів у випадку: смерті від ішемічної хвороби серця - 20 (18,1%) нативних зрізів (група 1 - контроль); КТГ - 30 (27,3%) зрізів (група 2), ІМ - 30 (27,3%) зрізів (група 3), КНГ - 30 (27,3%) зрізів (група 4).

Для дослідження РГМ попередньо піддавалася

швидкому заморожуванню, надалі на мікромомі робилися гістологічні зрізи. Опісля готові зразки РГМ були направлені в лабораторію Інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, де їх досліджували за допомогою азимутально-інваріантного методу відображення матриці Мюллера, детально спосіб використання методу описаний у джерелах [8,12-14].

Вимірювання значень розподілу координат параметрів поляризації в точках мікроскопічних зображень проводили в місці розташування стандартного Стокс-поляриметра [8]. Експериментальні вимірювання Стокс-параметричних зображень біологічних шарів проводили за методикою, представленою в [8,12,13]. Надалі проводилася статистична обробка отриманих даних [15].

Дослідження об'ємної полікристалічної структури гістологічних зрізів РГМ померлих всіх груп включало наступні експериментальні та алгоритмічні етапи:

- застосування додаткової опорної лазерної хвилі, яка накладається на поляризаційно-неоднорідне мікроскопічне зображення деполаризуючого гістологічного зрізу мозку;
- цифрове голографічне відтворення сукупності пошарових розподілів величини азимутально-інваріантних Мюллер-матричних параметрів, які характеризують об'ємні розподіли циркулярного двопронезаломлення;
- виявлення додаткових судово-медичних критеріїв покращення ефективності методу Мюллер-матричної мікроскопії для об'єктивної диференціації зразків РГМ померлих від ішемічної хвороби серця (контрольна група 1), крововиливів у РГМ травматичного походження (дослідна група 2), інфаркту мозку ішемічного (дослідна група 3) та геморагічного (дослідна група 4) генезу.

Результати дослідження та їх обговорення. У роботі представлені результати статистичного аналізу пошарових мап розподілів величини ММІ, які одержані методом "фазового сканування" і цифрового голографічного відтворення розподілів комплексних амплітуд лазерного поля, перетвореного в об'ємі оптично анізотропного середовища гістологічного зрізу нервової тканини.

Слід зазначити, що фазове сканування забезпечує можливість алгоритмічного виділення і відновлення на цій основі перерізів поляризаційних проявів властивостей об'єкта з різною кратністю розсіяння: від мінімальної до максимальної.

Мінімальна фаза відповідає практично однократному розсіянню – аналог оптично-тонкого шару біологічної тканини; максимальна – багатократному розсіянню в об'ємі реального досліджуваного зразка.

Результати дослідження пошарових координатних розподілів величини ММІ ЦД протеїнових комплексів гістологічних зрізів РГМ померлих із різних груп методом 3D-Мюллер-матричної мікроскопії представлені на серії фрагментів (рис. 1).

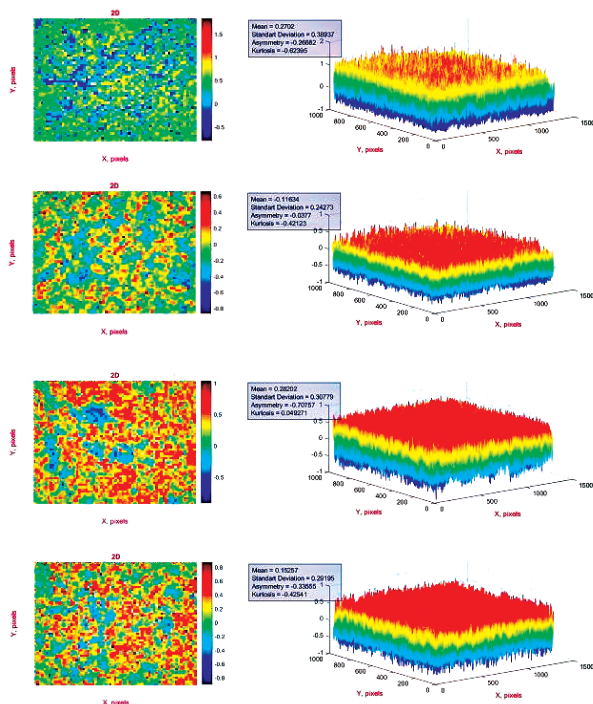


Рис. 1. Мапи ((1),(2),(3),(4)) і гістограми ((5),(6),(7),(8)) розподілу величини Мюллер-матричних інваріант циркулярного двопронезаломлення гістологічних зрізів мозку померлих з групи 1 ((1),(5)), групи 2 ((2),(6)), групи 3 ((3),(7)) і групи 4 ((4),(8)) для фазового перерізу

Використано наступні фазові перерізи 3D розподілів поля комплексних амплітуд для цифрового голографічного відтворення ММІ ЦД:

- $\delta = 0,4rad$ - практично однократне розсіяння;
- $\delta = 0,8rad$ - розсіяння середньої кратності;
- $\delta = 1,2rad$ - багатократне розсіяння в об'ємі реального зразка.

З аналізу одержаних даних 3D-Мюллер-матричного картографування пошарових поляризаційних проявів оптичної активності набору гістологічних зрізів мозку для усіх досліджуваних випадків встановлено:

1) фазовий переріз $\delta = 0,4rad$:

- індивідуальну топографічну структуру всіх мап ММІ ЦД даного фазового перерізу оптично-анізотропної складової гістологічних зрізів РГМ померлих із всіх груп;

- для гістограм, які характеризують розподіли величини оптичної активності зразків мозку з усіх (контрольної 1 і дослідних 2 – 4) груп, характерні значні величини середнього і розкид значень (дисперсія SM_2), велика асиметрія (SM_3) та ексцес SM_4 ;

2) фазовий переріз $\delta = 0,8rad$:

- більш однорідну, порівняно з результатами 3D-Мюллер-матричної поляриметриї розподілів величини ЦД в оптично тонкій фазовій площині ($\delta=0,4rad$), топологічну структуру ММІ ЦД, які характеризують циркулярно двопронезаломлюючі протеїнові комплекси нервової тканини померлих з усіх груп (рис.1, фрагменти (1),(3),(5),(7));

- для гістограм, які характеризують пошарові мапи ММІ ЦД у фазовому перерізі з проміжною кратністю розсіяння, зразків з усіх груп, характерні зростання розкиду значень (дисперсія SM_2), та зменшення величини асиметрії (SM_3) та гостроти (ексцес SM_4) піку (рис. 1, фрагменти (2), (4),(6),(8));

3) фазовий переріз $\delta = 1,2rad$:

- близьку до результатів прямої Мюллер-матричної поляриметриї всіх інтегральних мап ММІ ЦД гістологічних зрізів РГМ померлих із усіх груп топологічну структуру розподілів величини циркулярного двопронезаломлення у фазовій площині, яка сформована багатократним по всьому об'єму зразка розсіянням лазерного випромінювання;

- для гістограм, які характеризують мапи ММІ зразків з усіх груп, характерні максимальні, але близькі за величиною, середні, розкиди значень (дисперсія SM_2), мінімальна асиметрія SM_3 та ексцес SM_4 .

У таблиці 1 представлено середні величини та похибки ($\pm\Omega$) визначення набору статистичних моментів 1–4-го порядків $SM_{i=1-4}$, які характеризують пошарові Мюллер-матричні зображення поляризаційних проявів ЦД оптично активних протеїнових комплексів РГМ у фазовій площині $\delta = 0,4rad$.

Порівняльний аналіз одержаних даних виявив:

1. Фазовий переріз $\delta = 0,4rad$ (табл. 7.1):

Максимальні міжгрупові відмінності величини набору статистичних моментів 1–4-го порядків та статистичну достовірність диференціації ($p_{i=1;2;3;4}$) випадків ішемічної хвороби серця (контрольна група 1), травматичного крововиливу (дослідна група 2), інфаркту мозку ішемічного (дослідна група 3) і геморагічного (дослідна група 4) генезу.

2. Фазовий переріз $\delta = 0,8rad$:

Значні міжгрупові відмінності середніх значень у межах репрезентативних вибірок зразків гістологічних зрізів мозку величини набору статистичних моментів 1–4-го порядків та статистичну достовірність диференціації ($p_{i=1;2;3;4}$) випадків з контрольною групою 1 та дослідних груп 2 та 4.

3. Фазовий переріз $\delta = 1,2rad$:

- можливість статистично достовірної диференціації, як і для результатів прямої Мюллер-матричної поляриметриї всіх інтегральних мап ММІ ОА гістологічних зрізів нервової тканини мозку померлих із усіх груп (розділ 3, таблиця 3.5), реалізується лише між групою 1 і групами 2 – 4.

У серії таблиця 2 – 4 представлені результати інформаційного аналізу визначення сили (збалансована точність) методу 3D-Мюллер-матричного картографування у різних фазових площинах розподілів величини ММІ ЦД.

Розглядалася можливість та ефективність диференціації:

- контрольна група 1 – всі дослідні групи 2+3+4;
- дослідна група 2 – дослідна група 4;
- дослідна група 2 – дослідна група 3;
- дослідна група 3 – дослідна група 4.

Оригінальні дослідження

Таблиця 1

Статистичні моменти 1–4-го порядків, які характеризують розподіли величини Мюллер-матричних інваріант циркулярного двопронезаломлення гістологічних зрізів мозку груп 1 – 4 для фазового перерізу $\delta = 0,4rad$

Параметри	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4
SM_1	0,28 ± 0,013	0,21 ± 0,009	0,17 ± 0,008	0,14 ± 0,006
p_1		$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
p_2		$p < 0,05$		$p < 0,05$
p_3		$p < 0,05$	$p < 0,05$	
p_4		$p < 0,05$		
SM_2	0,31 ± 0,013	0,25 ± 0,011	0,21 ± 0,009	0,16 ± 0,007
p_1		$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
p_2		$p < 0,05$		$p < 0,05$
p_3		$p < 0,05$	$p < 0,05$	
p_4		$p < 0,05$		
SM_3	0,87 ± 0,035	1,12 ± 0,059	1,57 ± 0,063	1,98 ± 0,089
p_1		$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
p_2		$p < 0,05$		$p < 0,05$
p_3		$p < 0,05$	$p < 0,05$	
p_4		$p < 0,05$		
SM_4	1,88 ±	2,56 ± 0,11	3,09 ± 0,13	3,89 ± 0,15
p_1		$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
p_2		$p < 0,05$		$p < 0,05$
p_3		$p < 0,05$	$p < 0,05$	
p_4		$p < 0,05$		

Таблиця 2

Збалансована точність методу статистичного аналізу мап Мюллер-матричних інваріант циркулярного двопронезаломлення гістологічних зрізів мозку для фазового перерізу $\delta = 0,4rad$

Параметри	Збалансована точність $A_c, \%$			
	“1”-“2+3+4”	“2”-“4”	“2”-“3”	“3”-“4”
SM_1	86	85	82	80
SM_2	88	86	83	82
SM_3	96	95	92	85
SM_4	96	95	93	86

Таблиця 3

Специфічність, чутливість, точність методу статистичного аналізу мап Мюллер-матричних інваріант циркулярного двопронезаломлення гістологічних зрізів мозку для фазового перерізу $\delta = 0,8rad$

Параметри	Збалансована точність $A_c, \%$			
	“1”-“2+3+4”	“2”-“4”	“2”-“3”	“3”-“4”
SM_1	82	78	76	70
SM_2	81	76	78	72
SM_3	89	88	85	78
SM_4	90	87	86	76

Таблиця 4

Специфічність, чутливість, точність методу статистичного аналізу мап Мюллер-матричних інваріант циркулярного двопронезаломлення гістологічних зрізів мозку для фазового перерізу $\delta = 1,2rad$

Параметри	Збалансована точність $A_c, \%$			
	“1”-“2+3+4”	“2”-“4”	“2”-“3”	“3”-“4”
SM_1	68	66	64	58
SM_2	72	70	68	60
SM_3	78	75	75	67
SM_4	82	80	76	72

Порівняльний аналіз одержаних даних про збалансовану точність диференціації випадків травматичного крововиливу, інфаркту мозку геморагічного та ішемічного генезу методом 3D-Мюллер-матричного картографування ММІ ЦД виявив:

1. Фазовий переріз $\delta = 0,4rad$ (табл. 2):

Максимальний рівень збалансованої точності міжгрупової диференціації шляхом обчислення статистичних моментів 3-го і 4-го порядку, які характеризують асиметрію та ексцес розподілів величини ММІ ЦД гістологічних зрізів мозку:

• “1”-“2+3+4” і “2” - “4” - відміна точність (95% - 96%);

- “2” - “3” - хороша точність (92% - 93%);
- “3” - “4” - задовільна точність (85% - 86%).

2. Фазовий переріз $\delta=0,8rad$ (табл. 3):

Значне зниження (на 10% - 15%) до задовільного рівня збалансованої точності міжгрупової диференціації шляхом обчислення асиметрії та ексцесу розподілів величини ММІ ЦД гістологічних зрізів мозку:

- “1”-“2+3+4” і “2” - “4” - задовільна точність (89% - 90%);
- “2” - “3” - задовільна точність (85% - 86%);
- “3”-“4” - незадовільна точність (76% - 78%).

3. Фазовий переріз $\delta=1,2rad$ (табл. 4):

Критичне зниження до незадовільного рівня збалансованої точності міжгрупової диференціації шляхом обчислення асиметрії та ексцесу розподілів величини ММІ ЦД гістологічних зрізів мозку:

- “1”-“2+3+4” і “2” - “4” - незадовільна точність (78% - 82%);
- “2” - “3” - незадовільна точність (75% - 80%);
- “3”-“4” - незадовільна точність (75% - 76%).

Висновки

1. Експериментально апробовано метод 3D-Мюллер-матричного картографування для покращення діагностичних можливостей судово-медичної диференціації причини смерті від інфаркту мозку ішемічного та геморагічного генезу, крововиливів травматичного генезу методом цифрової голографії і азимутально-інваріантної Мюллер-матричної мікроскопії.

2. Виявлено, що для кожного із фазових перерізів об'ємних розподілів поля комплексних амплітуд величини чутливості $Se, \%$, специфічності $Sp, \%$ та збалансованої точності $Ac, \%$ статистичного аналізу координатних розподілів Мюллер-матричних інваріант циркулярного дихроїзму мають максимальні значення для малих фазових зсувів, які відповідають рівню однократного розсіяння.

3. Виявлено максимальний рівень збалансованої точності міжгрупової диференціації шляхом обчислення статистичних моментів 3-го і 4-го порядку, які характеризують асиметрію та ексцес розподілів величини Мюллер-матричних інваріант циркулярного дихроїзму гістологічних зрізів речовини головного мозку:

- “1”-“2+3+4” і “2” - “4” - відмінна точність (95% - 96%);
- “2” - “3” - хороша точність (92% - 93%);
- “3”-“4” - задовільна точність (85% - 86%).

Список літератури

1. Хохлов ВВ. Судебная медицина: Руководство. Смоленск; 2010. 992 с.
2. Пиголкина ЕЮ, Дорошева ЖВ, Сидорович В, Бычков АА. Современные аспекты судебно-медицинской диагностики черепно-мозговой травмы. Судебно-медицинская экспертиза. 2012;55(1):38-40.
3. Zorilă AL, Zorilă MV, Tolescu RŞ, Zăvoi RE, Cernea D. Epidemiology of Traumatic Brain Injury in Oltenia Region: a Retrospective Study. Curr Health Sci J. 2018;44(2):172-5. DOI:10.12865/CHSJ.44.02.13.
4. Ворлоу ЧП, Деннис МС, Ж вон Гейн. Инсульт. Практическое руководство для ведения больных. Санкт-Петербург:

Политехника; 1998. 629 с.

5. Finnie JW. Forensic Pathology of Traumatic Brain Injury. Vet Pathol. 2016 Sep;53(5):962-78. DOI: 10.1177/0300985815612155.

6. Panzer S, Covaliov L, Augat P, Peschel O. Traumatic brain injury: Comparison between autopsy and ante-mortem CT. J Forensic Leg Med. 2017 Nov;52:62-9. DOI: 10.1016/j.jflm.2017.08.007.

7. Немков АГ. Клиническая и компьютерно-томографическая дифференциальная диагностика ушибов головного мозга и инсультов в остром периоде [автореферат]. Пермь: Урал. гос. мед. академия Федерального агентства по здравоохранению и соц. развитию. 2008. 24 с.

8. Bachinskiy VT, Boichuk TM, Ushenko AG. Laser polarimetry of biological tissues and fluids. LAP LAMBERT Academic Publishing; 2017. 204 p.

9. Vanchulyak O, Ushenko Y, Galochkin O, Sakhnovskiy M, Kovalchuk M, Dovgun A, et al. Azimuthal fractalography of networks of biological crystals. Proc SPIE. 11105, Novel Optical Systems, Methods, and Applications. 2019;XXII:1110517. DOI: https://doi.org/10.1117/12.2529337.

10. Ванчуляк ОЯ. Експертна оцінка гострої ішемії міокарда поляризаційно-кореляційними методами [дисертація]. Київ: Нац. мед. акад. післядиплом. освіти ім. П.Л. Шупика; 2016. 292 с.

11. Павлюкович ОВ. Визначення давності настання смерті при деяких видах механічної асфіксії та масивній крововтраті методами лазерної поляриметрії [автореферат]. Київ: Нац. мед. акад. післядиплом. освіти ім. П.Л. Шупика; 2011. 20 с.

12. Ushenko AG, Dubolazov AV, Ushenko YuA, Tomka YuYa, Karachevtsev AO, Sidor MI, et al. Differential diagnosis of the limitation of the formation of hemorrhages of traumatic origin, cerebral infarction, ischemic and hemorrhagic genesis by polarization-phase tomography. Proc SPIE 0277-786X, Fourteenth International Conference on Correlation Optics. 11369 [Internet]. 2019 Sept 16-19 [cited 2020 Feb 06]. Available from: https://doi.org/10.1117/12.2553989.

13. Ushenko YA, Dubolazov AV, Karachevtsev AO, Sakhnovskiy MY, Bizer LI, Bodnar OB. Multidimensional Mueller matrices microscopy of biological crystal networks structure. In: 7th International Workshop on Advanced Optical Imaging and Metrology Fringe 2013. New York: Springer; 2013. 855-8 p.

14. Бачинський ВТ, Гуров ОМ, Саркісова ЮВ, Ушенко ОГ. Основні принципи оцінки морфологічного стану біологічних тканин лазерними поляриметричними методами для вирішення завдань судової медицини. Клінічна та експериментальна патологія. 2017;16(1):20-3.

15. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. Москва: Практика; 1999. 459 с.

References

1. Khokhlov VV. Sudebnaya meditsina [Forensic medicine]. Smolensk; 2010. 992 p. (in Russian).
2. Pigolkina EYu, Dorosheva ZhV, Sidorovich V, Bychkov AA. Sovremennye aspekty sudebno-meditsinskoy diagnostiki cherepno-mozgovoy travmy [Modern aspects of forensic medical diagnostics of traumatic brain injury]. Sudebno-meditsinskaya ekspertiza. 2012;55(1):38-40. (in Russian).
3. Zorilă AL, Zorilă MV, Tolescu RŞ, Zăvoi RE, Cernea D. Epidemiology of traumatic brain injury in Oltenia region: a retrospective study. Curr Health Sci J. 2018;44(2):172-5. DOI: 10.12865/CHSJ.44.02.13.
4. Vorlou ChP, Dennis MS, Zh von Geyn. Insul't. Prakticheskoe rukovodstvo dlya vedeniya bol'nykh [Stroke. A practical guide to patient management]. St. Petersburg: Politehnika; 1998. 629 p. (in Russian).
5. Finnie JW. Forensic pathology of traumatic brain injury. Vet Pathol. 2016 Sep;53(5):962-78. DOI: 10.1177/0300985815612155.
6. Panzer S, Covaliov L, Augat P, Peschel O. Traumatic brain injury: comparison between autopsy and ante-mortem CT. J Forensic Leg Med. 2017 Nov;52:62-9. DOI: 10.1016/j.jflm.2017.08.007.
7. Nemkov AG. Klinicheskaya i komp'yuterno-tomograficheskaya differentsial'naya diagnostika ushibov golovnoy mozga i insul'tov

Оригінальні дослідження

v ostrom periode [Clinical and computed tomographic differential diagnosis of brain contusions and strokes in the acute period] [dissertation abstract]. Perm: Ural. gos. med. akademiya Federal'nogo agenstva po zdavookhraneniuyu i sots. razvitiyu. 2008. 24 p. (in Russian).

8. Bachinskiy VT, Boichuk TM, Ushenko AG. Laser polarimetry of biological tissues and fluids. LAP LAMBERT Academic Publishing; 2017. 204 p.

9. Vanchulyak O, Ushenko, Y, Galochkin O, Sakhnovskiy M, Kovalchuk M, Dovgun A, et al. Azimuthal fractalography of networks of biological crystals. Proc SPIE. 11105, Novel Optical Systems, Methods, and Applications. 2019;XXII:1110517. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2529337>.

10. Vanchuliak Ola. Ekspertna otsinka hostroi ishemii miokarda poliaryzatsiino-koreliatsiinymy metodamy [Expert assessment of acute myocardial ischemia by polarization-correlation methods] [dissertation abstract]. Kiev: Nats. med. akad. pislidyplom. osvity im. P.L. Shupyka; 2016. 292 p. (in Ukrainian).

11. Pavliukovych OV. Vyznachennia davnosti nastannia smerti pry deiakykh vyдах mekhanichnoi asfiksii ta masyvni krovovtrati metodamy lazernoї poliarymetrii [Determination of the age of death in some types of mechanical asphyxia and massive blood loss by laser polarimetry] [dissertation abstract]. Kiev: Nats. med. akad.

pislidyplom. osvity im. P.L. Shupyka; 2011. 20 p. (in Ukrainian).

12. Ushenko AG, Dubolazov AV, Ushenko YuA, Tomka YuYa, Karachevtsev AO, Sidor MI, et al. Differential diagnosis of the limitation of the formation of hemorrhages of traumatic origin, cerebral infarction, ischemic and hemorrhagic genesis by polarization-phase tomography. Proc SPIE 0277-786X, Fourteenth International Conference on Correlation Optics. 11369 [Internet]. 2019 Sept 16-19 [cited 2020 Feb 06]. Available from: <https://doi.org/10.1117/12.2553989>.

13. Ushenko YA, Dubolazov AV, Karachevtsev AO, Sakhnovskiy MY, Bizer LI, Bodnar OB. Multidimensional Mueller matrices microscopy of biological crystal networks structure. In: 7th International Workshop on Advanced Optical Imaging and Metrology Fringe 2013. New York: Springer; 2013. 855-8 p.

14. Bachyn'skyi VT, Hurov OM, Sarkisova YuV, Ushenko OH. Osnovni pryntsyipy otsinky morfolohichnoho stanu biolohichnykh tkanyh lazernymy poliarymetrychnymy metodamy dlia vyrishennia zavdan' sudovoї medytsyny [Basic principles of assessment of morphological condition of biological tissues by laser polarimetric methods for solving problems of forensic medicine]. Klinichna ta eksperymental'na patolohiia. 2017;16(1):20-3. (in Ukrainian).

15. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika [Biomedical statistics]. Moscow: Praktika; 1999. 459 p. (in Russian).

Відомості про авторів

Гараздюк М.С. – канд. мед. наук, доцент кафедри судової медицини та медичного правознавства Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

Дуболазов О.В. – канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри оптики, видавничої справи та поліграфії Інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича, м. Чернівці, Україна.

Тюленєва В.О. – студентка 3-го курсу, 11-ї групи, медичного факультету №2 Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

Сведения об авторах

Гараздюк М.С. – канд. мед. наук, доцент кафедри судебной медицины и медицинского правоведения Буковинского государственного медицинского университета, г. Черновцы, Украина.

Дуболазов А.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры оптики, издательского дела и полиграфии Института физико-технических и компьютерных наук Черновицкого национального университета имени Юрия Федьковича, г. Черновцы, Украина.

Тюленева В.А. – студентка 3-го курса, гр. №11, лечебный факультет №2 Буковинского государственного медицинского университета, г. Черновцы, Украина.

Information about the authors

Garazdiuk M.S. – PhD, Associate Professor of the Department of Forensic Medicine and Medical Law of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

Dubolazov O.V. – PhD, Associate Professor of the Department of Optics and Publishing and Printing of the Institute of Physical, Technical and Computer Sciences of Chernivtsi National University named after Yu. Fedkovych, Chernivtsi, Ukraine.

Tiulienieva V.O. – 3rd year student, group №11, medical faculty №2 of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

Надійшла до редакції 26.01.2021

Рецензент — проф. Ушенко О.Г.

© М.С. Гараздюк, О.В. Дуболазов, В.О. Тюленєва, 2021