

СУДОВО-МЕДИЧНА ОЦІНКА КРОВОВИЛИВІВ У ГОЛОВНИЙ МОЗОК ТРАВМАТИЧНОГО ТА НЕТРАВМАТИЧНОГО ГЕНЕЗУ МЕТОДОМ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ ЛІНІЙНОГО ДИХРОЇЗМУ

М.С. Гараздюк

Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», Чернівці

Мета роботи: дослідити можливість використання методу багатопараметричної поляризаційної томографії лінійного дихроїзму (БПТЛД) полікристалічної структури гістологічних зрізів речовини головного мозку людини (РГМЛ) для диференційної діагностики смерті від ішемічного інфаркту мозку (ІІГМ) та крововиливів травматичного (КТГ) і нетравматичного (КНГ) генезів.

Матеріал та методи: для дослідження використовувалися нативні зрізи РГМЛ – від 84 трупів у випадку: смерті від ІІГМ – 20 (23,8 %) нативних зрізів (1-ша група); КТГ – 22 (26,2%) препарати (2-га група) та КНГ – 21 (25 %) препарат (3-тя група). Для контролю обрано препарати РГМЛ у випадку смерті від ішемічної хвороби серця – 21 (25 %) препарат (4-та група).

Для дослідження препарати попередньо піддавались заморозці, робилися гістологічні зрізи товщиною 20 мкм. Надалі зразки досліджувалися шляхом використання методу БПТЛД зі встановленням статистичних моментів 1-4-го порядків та подальшою математичною обробкою отриманих даних.

Результати. Експериментально встановлено такі параметри операційних характеристик сили (чутливість, специфічність і збалансована точність) методу БПТЛД: хорошу і відмінну збалансовану точність диференціації гістологічних зрізів мозку групи “4” – “1+2+3”; задовільну і відмінну збалансовану точність міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку груп “2”-“1”, “2”-“3”; хорошу збалансовану точність міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку групи “1”- “3”.

Висновок. Виявлено хорошу і відмінну діагностичну ефективність методу поляризаційної томографії лінійного дихроїзму для встановлення давності утворення крововиливів та їх генезу.

Ключові слова:

ішемічний інфаркт мозку; крововиливи травматичного і нетравматичного генезів; багатопараметрична поляризаційна томографія.

Клінічна та експериментальна патологія. 2020. Т.19, №1(71). С.45-50.

DOI:10.24061/1727-4338. XIX.1.71.2020.311

E-mail: m.garazdiuk@gmail.com

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА КРОВОИЗЛИЯНИЙ В МОЗГ ТРАВМАТИЧЕСКОГО И НЕТРАВМАТИЧЕСКОГО ГЕНЕЗА МЕТОДОМ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ТОМОГРАФИИ ЛИНЕЙНОГО ДИХРОИЗМА

М.С. Гараздюк

Цель работы: исследовать возможность использования метода многомерной поляризационной томографии линейного дихроизма (МПТЛД) поликристаллической структуры гистологических срезов вещества головного мозга человека (ВГМЧ) для дифференциальной диагностики смерти от ишемического инфаркта мозга (ИИГМ) и кровоизлияний травматического (КТГ) и нетравматического (КНГ) генеза.

Материалы и методы: для исследования использовались нативные срезы ВГМЧ – от 84 трупов в случае: смерти от ИИГМ – 20 (23,8%) нативных срезов (1 группа); КТГ – 22 (26,2%) препараты (2 группа) и КНГ – 21 (25%) препарат (3 группа). Для контроля были выбраны препараты ВГМЧ в случае смерти от ишемической болезни сердца – 21 (25%) препарат (4 группа).

Для исследования препараты предварительно подвергались заморозке, делались гистологические срезы толщиной 20 мкм. В дальнейшем образцы исследовались путем использования метода МПТЛД с установлением статистических моментов 1-4-го порядков и последующей математической обработкой полученных данных.

Результаты. Экспериментально установлены следующие параметры операционных характеристик силы (чувствительность, специфичность, сбалансированная точность) метода реконструкции МПТЛД: хорошую и отличную сбалансированную точность дифференциации гистологических срезов мозга группы “4”-“1 + 2 + 3”; удовлетворительную и хорошую сбалансированную точность межгруповой дифференциации гистологических срезов мозга групп “2”-“1”, “2”-“3”; хорошую сбалансированную точность межгруповой дифференциации гистологических срезов мозга группы “1” - “3”.

Вывод. Обнаружено хорошую и отличную диагностическую эффективность метода поляризационной томографии линейного дихроизма для установления давности образования кровоизлияний и их генеза.

Ключевые слова:

ишемический инфаркт мозга; кровоизлияния травматического и нетравматического генеза; многопараметрическая поляризационная томография.

Клиническая и экспериментальная патология. 2020. Т.19, №1 (71). С.45-50.

Key words:

ischemic cerebral infarction; hemorrhages of traumatic and non-traumatic genesis; multiparametric polarization tomography.

Clinical and experimental pathology. 2020. Vol.19, №1 (71). P.45-50.

FORENSIC EVALUATION OF HEMORRHAGE IN THE BRAIN OF TRAUMATIC AND NON-TRAUMATIC GENESIS BY THE METHOD OF MULTIPARAMETRIC POLARIZATION TOMOGRAPHY OF LINEAR DICHROISM

M. S. Garazdiyuk

Objective: to investigate the possibility of using the method of multidimensional polarization tomography of linear dichroism (MPTLD) of the polycrystalline structure of histological sections of the human brain substance (HBS) for the differential diagnosis of death from ischemic cerebral infarction (ICI) and hemorrhage of traumatic (HTG) and non-traumatic (GNG) genesis.

Material and methods: histological brain sections of the 84 corpses in the case of: death because of ICI - 20 (23.8%) native sections (1 group); HTG - 22 (26.2%) sections (group 2) and HNT - 21 (25%) sections (group 3) were used in our study. For control, HBI were chosen in case of death from coronary heart disease - 21 (25%) sections (4 group).

For research, the preparations were pre-frozen, histological sections were made with a thickness of 20 μm . Subsequently, the samples were investigated by using the MPTLD method with determination of the statistical moments of the 1st-4th orders and the subsequent mathematical processing of the obtained data.

Results. The following parameters of the operational characteristics of the force (sensitivity, specificity, balanced accuracy) of the method of reconstruction were experimentally established: good and excellent balanced accuracy of the brain histological sections differentiation of groups "4" - "1 + 2 + 3"; satisfactory and excellent balanced accuracy of intergroup differentiation of the brain histological sections of groups "2" - "1", "2" - "3"; good balanced accuracy of intergroup differentiation of brain histological sections of group "1" - "3".

Conclusion. A good and excellent diagnostic effectiveness of the method of polarization tomography of linear dichroism was found to establish the limitation of the formation of hemorrhages and their genesis.

Вступ

Поміж травм механічні ушкодження займають чільне місце, а черепно-мозкові травми є серед них найбільш поширеними [1]. Одним із дискусійних питань у судово-медичній травматології є диференційна діагностика крововиливів у речовину головного мозку людини (РГМЛ) травматичного та нетравматичного генезів. Диференційна діагностика причини смерті (ПС) від ішемічного інфаркту мозку (ІІМ), геморагічних крововиливів травматичного (КТІ) і нетравматичного (КНГ) генезів дає можливість виключити насильницький характер настання смерті [2].

Зазвичай ПС у таких випадках встановлюється макроскопічно та опісля підтверджується на основі гістологічного заключення [3]. Проте у судово-медичних експертів часто виникають труднощі у випадку відсутніх виражених зовнішніх ознак травми та при тривалому періоді від моменту отримання травми до настання смерті. Окрім того, на приготування реактивів, а опісля гістологічних препаратів РГМЛ за відповідними методами фарбування, необхідно від одного до кількох днів, що не завжди задовольняє вимоги судово-слідчих органів [3]. Тому все більше уваги звертається на оптичні методи дослідження біологічних тканин із використанням лазерів, які, вивчаючи явища світлорозсіювання, дають можливість отримати достовірні об'єктивні дані динаміки перед- та помертних змін досліджуваних тканин організму людини і з більшою точністю діагностувати ПС та визначити часовий проміжок, що пройшов від моменту утворення крововиливу у речовину мозку [4].

На сьогодні відомі попередні результати поляризаційного дослідження двопронемезаломлення оптично тонких зразків уражених тканин мозку, які проведені в лабораторії Інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича [5,6]. Ця методика продемонструвала чутливість поляризаційно-фазової томографії до диференційної діагностики геморагічного крововиливу в РГМЛ травматичного та нетравматичного генезів. Водночас держані результати мають обмежене практичне застосування за рахунок того, що реальні зразки є дифузними: кровонаповненими і поглинаючими. Тому актуальним є розроблення інших застосувань поляризаційної томографії в аспекті відтворення параметрів дихроїзму дифузних зразків речовини головного мозку.

Мета роботи

Дослідити можливість використання методу багатопараметричної поляризаційної томографії лінійного дихроїзму (БПТЛД) полікристалічної структури гістологічних зрізів речовини головного мозку людини (РГМЛ) для диференційної діагностики смерті від ішемічного інфаркту мозку (ІІМ) та крововиливів травматичного (КТІ) і нетравматичного (КНГ) генезів.

Матеріал та методи

Для дослідження використовувалися нативні зрізи РГМЛ – від 84 трупів у випадку: смерті від ІІМ – 20 (23,8 %) нативних зрізів (1 група); КТІ – 22 (26,2%) препарати (2-га група) та КНГ – 21 (25 %) препарат (3-тя група). Для контролю було обрано препарати

РГМЛ у випадку смерті від ішемічної хвороби серця – 21 (25 %) препарат (4-тя група).

Для дослідження препарати попередньо піддавались швидкій заморозці, робилися гістологічні зрізи товщиною 20 мкм. Надалі зразки надсилалися в лабораторію Інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, де досліджувалися шляхом використання методу БМТЛД дослідних зразків та одержання серії зображень дихроїзму їх полікристалічної структури [4-9].

Надалі проводилися:

1) обчислення координатних розподілів величини елементів диференціальної матриці 1-го порядку;

2) алгоритмічна реконструкція розподілів лінійного дихроїзму полікристалічної структури гістологічних зрізів мозку;

3) у межах мапи кожного з параметрів амплітудної анізотропії виявлялися критерії об'єктивної диференціації зразків тканини мозку померлих від ПГМ (дослідна група 1), КНГ (дослідна група 2), КТГ (дослідна група 3), ішемічної хвороби серця (контрольна група 4).

Результати дослідження та їх обговорення

На серії фрагментів рис. 1 наведено результати дослідження координатних (фрагменти (1),(3),(5),(7)) та гістограм (фрагменти (2),(4),(6),(8)) розподілів величини лінійного дихроїзму фібрилярних мереж

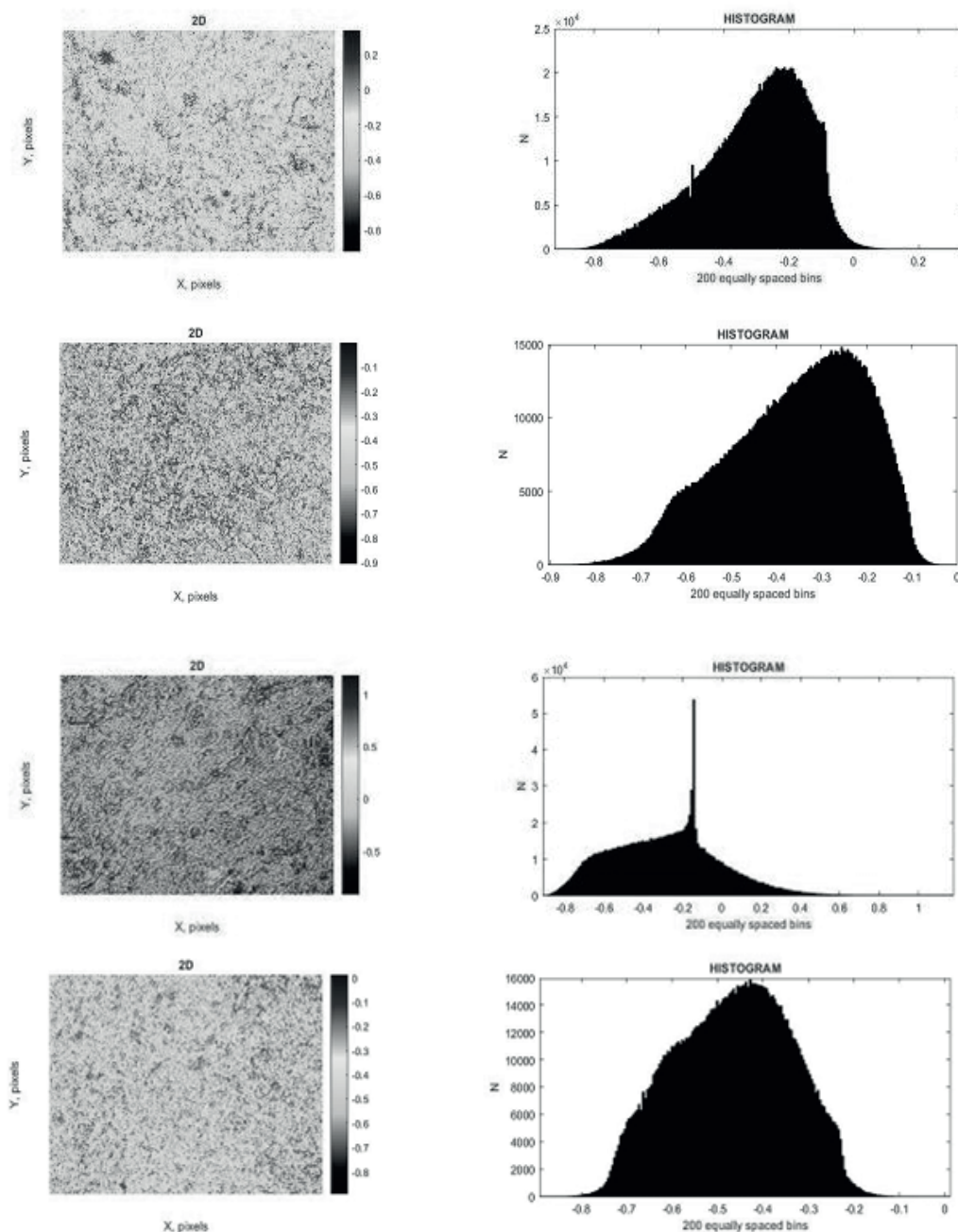


Рисунок 1. Мапи ((1),(2),(3),(4)) і гістограми ((4),(5),(6),(7)) розподілу величини БМТЛД гістологічних зрізів мозку померлих з групи 1((1),(5)), групи 2 ((2),(6)), групи 3 ((3),(7)) і групи 4 ((4),(8)).

Статистичні моменти 1–4-го порядків, які характеризують розподіли величини БМТЛД гістологічних зрізів мозку груп 1-4

Параметри	Група 4	Група 2	Група 3	Група 1
SM_1	$0,18 \pm 0,008$	$0,24 \pm 0,011$	$0,31 \pm 0,014$	$0,39 \pm 0,017$
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	$0,33 \pm 0,015$	$0,39 \pm 0,018$	$0,45 \pm 0,021$	$0,51 \pm 0,023$
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	$0,65 \pm 0,031$	$0,77 \pm 0,035$	$0,91 \pm 0,042$	$1,11 \pm 0,052$
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	$0,53 \pm 0,023$	$0,91 \pm 0,041$	$0,79 \pm 0,036$	$1,18 \pm 0,051$
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		$p < 0,05$		

нервової тканини мозку з різними типами патології.

Аналіз поляризаційно-реконструйованих мап БМТЛД виявив:

- індивідуальну топографічну структуру всіх мап БМТЛД гістологічних зрізів нервової тканини мозку померлих з груп 1-4 (рис. 1, фрагменти (1),(3),(5),(7));

- для гістограм, які характеризують розподіли величини лінійного дихроїзму фібрилярних мереж зразків нервової тканини мозку контрольної 1 і дослідних 2-4 груп, характерні максимальні відмінності у величині середнього , розкиду випадкових значень (дисперсія), значній асиметрії () та гостроті (ексцес) піку (рис. 5.4, фрагменти (2), (4),(6),(8));

Наведені в таблиці результати статистичного аналізу даних поляризаційної томографії мап лінійного дихроїзму ілюструють статистично достовірну різницю ($p_{1=2;3;4} < 0,05$) між середніми величинами всіх статистичних моментів 1–4-го порядків, які визначені у межах репрезентативних вибірок зразків гістологічних зрізів мозку для випадків диференціації ішемічної хвороби серця (контрольна група 4) крововиливів травматичного генезу (дослідна група 2), інфаркту мозку ішемічного і геморагічного генезу (дослідні групи 1 і 3).

Результати

Діагностичну ефективність томографії зразків мозку ілюструють величини таких операційних характеристик, як специфічність, чутливість та точність методу статистичного аналізу мап БМТЛД гістологічних зрізів мозку.

У процесі дослідження було встановлено:

- хорошу (середнє SM_1 і дисперсія SM_2 - 90% - 92% розкиду значень БМТЛД) і відмінну (статистичні моменти вищих порядків $SM_3; SM_4$, які визначають асиметрію та гостроту піку розподілів БМТЛД - 98%

- 100%) збалансовану точність диференціації набору репрезентативних вибірок гістологічних зрізів мозку групи "4" – "2+3+1";

- задовільну (середнє SM_1 і дисперсія SM_2 – 81% - 84% розкиду значень БМТЛД) і відмінну ($SM_3; SM_4$ – 95% - 97%) збалансовану точність міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку групи "2" (травматичний крововилив) – "1" (інфаркт мозку ішемічного генезу), а також міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку групи "2" (травматичний крововилив) – "3" (нетравматичний крововилив);

- хорошу ($SM_{3;4}$ - 92% - 94%) збалансовану точність міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку групи "3" – "1".

Отже, нами виявлено хорошу і відмінну діагностичну ефективність методу поляризаційної томографії у відтворенні розподілів величини лінійного дихроїзму протеїнових структур нервової тканини нативних гістологічних зрізів РГМЛ.

Проте актуальним є пошук інших, більш чутливих параметрів оптичної анізотропії нервової тканини, які допоможуть із ще більшою точністю оцінювати полікристалічну структуру мозку та її зміни.

Висновки

1. Обґрунтовано дизайн судово-медичної диференціації випадків ішемічного інфаркту мозку, геморагічних крововиливів травматичного та нетравматичного генезів шляхом експериментальної апробації методу поляризаційної томографії лінійного дихроїзму дослідних зразків.

2. Експериментально встановлено такі параметри сили методу поляризаційної томографії для лінійного дихроїзму: хороша (середнє SM_1 і дисперсія SM_2 - 90% - 92% розкиду значень) і відмінна (статистичні моменти вищих порядків $SM_3; SM_4$, які визначають

асиметрію та гостроту піку координатних розподілів: 98% -100%) збалансована точність диференціації набору репрезентативних вибірок гістологічних зрізів мозку групи “4” – “2+3+1”; задовільна (середнє SM_1 і дисперсія SM_2 – 81% - 84% розкиду значень) і відмінна ($SM_3; SM_4$ – 95% - 97%) збалансована точність міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку групи “2” (травматичний крововилив) – “1” (інфаркт мозку ішемічного генезу), а також міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку групи “2” (травматичний крововилив) – “3” (інфаркт мозку гемарогічного генезу); хороша ($SM_{3,4}$ – 92% - 94%) збалансована точність міжгрупової диференціації гістологічних зрізів мозку групи “1” – “3”.

Перспектива подальших досліджень

Проведене дослідження ефективності нового у судово-медичній практиці методу багатопараметричної поляризаційної томографії лінійного дихроїзму полікристалічної структури гістологічних зрізів мозку виявило достатньо високий рівень точності диференціації утворення і визначення давності крововиливів травматичного та нетравматичного генезів, інфаркту мозку ішемічного генезу.

Водночас слабо вивченим на інформативність цієї томографічної методики є вплив деполяризації лазерного випромінювання. Тому актуальною є розробка і апробація нового методу дифузної томографії зразків мозку померлих для вивчення їх деполяризуючого впливу на лазерне випромінювання.

Список літератури

1. Коновалов АН, Лихтермана ЛБ, Потапова АА, редакторы. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме. Москва: Антидор; 2001. Том 2, Острый период черепно-мозговой травмы: хирургия, анестезия, интенсивная терапия, клинические формы; 675 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. Хохлов ВВ. Судебная медицина: руководство. 3-е изд. Смоленск; 2010. 992 с.
4. Bachinskiy V, Boichuk T, Ushenko A. Laser polarimetry of biological tissues and fluids. LAP LAMBERT Academic Publishing; 2017. 204 p.
5. 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. In: Fourteenth International Conference on Correlation Optics, 113691Q. Proc SPIE [Internet]. 2020[cited 2020 Mar 10];11369. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/11369/2553989/Differential-diagnosis-of-the-limitation-of-the-formation-of-hemorrhages/10.1117/12.2553989> short doi: <https://doi.org/10.1117/12.2553989>

6. Ushenko Yu, Grytsyuk M, Sakhnovskiy M, Zhytaryuk V, Slyotov M, Soltys I, et al. Forensic medical evaluation of cerebral infarction of hemorrhagic formations of hemorrhages of traumatic genesis using polarization phase tomography. In: Fourteenth International Conference on Correlation Optics, 113691R. Proc. SPIE [Internet]. 2020[cited 2020 Mar 10];11369. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/11369/113691R/Forensic-medical-evaluation-of-cerebral-infarction-of-hemorrhagic-formations-of-10.1117/12.2553991> short doi: <https://doi.org/10.1117/12.2553991>
7. Ванчуляк ОЯ. Диагностика острой коронарной недостаточности методом Мюллер-матричного анализа оптической анизотропии миоциновых сетей миокарда. Статистичний і фрактальний підхід. Morphologia. 2015;9(2):24-8.
8. Ushenko YA, Dubolazov AV, Karachevtsev AO, Sakhnovskiy MY, Bizer LI, Bodnar OB. Multidimensional Mueller Matrices Microscopy of Biological Crystal Networks Structure. In: Osten W, editor. Fringe 2013. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2014, p. 855-8. doi: 10.1007/978-3-642-36359-7_157
9. Ushenko YO, Tomka YY, Misevitch IZ, Istratiy VV, Telenga OI. Complex degree of mutual anisotropy of biological liquid crystals nets. Optical Engineering [Internet]. 2011[cited 2020 Mar 10];50(3):039001. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/journals/Optical-Engineering/volume-50/issue-3/039001/Complex-degree-of-mutual-anisotropy-of-biological-liquid-crystals-nets/10.1117/1.3558850> short doi: <https://doi.org/10.1117/1.3558850>

References

1. Konovalov AN, Lihtermanna LB, Potapova AA, redaktory. Klinicheskoe rukovodstvo po cherepno-mozgovej travme [Clinical Guide to Traumatic Brain Injury]. Moscow: Antidor; 2001. Tom 2, Ostryj period cherepno-mozgovej travmy: hirurgija, anestezija, intensivnaja terapija, klinicheskie formy; 675 p. (in Russian)
2. Pigolkina EYu, Dorosheva ZhV, Sidorovich YuV, Bychkov AA. Sovremennye aspekty sudebno-medicinskoj diagnostiki cherepno-mozgovej travmy [Modern aspects of forensic medical diagnostics of the craniocerebral injury]. Sudebno-meditinskaya ekspertiza. 2012;55(1):38-40. (in Russian)
3. Khokhlov VV. Sudebnaja medicina: rukovodstvo [Forensic Medicine: A Guide]. 3rd ed. Smolensk; 2010. 992 p. (in Russian)
4. Bachinskiy V, Boichuk T, Ushenko A. Laser polarimetry of biological tissues and fluids. LAP

- LAMBERT Academic Publishing; 2017. 204 p.
- 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. In: Fourteenth International Conference on Correlation Optics, 113691Q. Proc SPIE [Internet]. 2020[cited 2020 Mar 10];11369. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/11369/2553989/Differential-diagnosis-of-the-limitation-of-the-formation-of-hemorrhages/10.1117/12.2553989> short doi: <https://doi.org/10.1117/12.2553989>
 - Ushenko Yu, Grytsyuk M, Sakhnovskiy M, Zhytaryuk V, Slyotov M, Soltys I, et al. Forensic medical evaluation of cerebral infarction of hemorrhagic formations of hemorrhages of traumatic genesis using polarization phase tomography. In: Fourteenth International Conference on Correlation Optics, 113691R. Proc. SPIE [Internet]. 2020[cited 2020 Mar 10];11369. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/11369/113691R/Forensic-medical-evaluation-of-cerebral-infarction-of-hemorrhagic-formations-of/10.1117/12.2553991> short doi: <https://doi.org/10.1117/12.2553991>
 - Vanchuliak OYa. Diahnostyka hostroi koronarnoi nedostatnosti metodom Miuller-matrychnoho analizu optychnoi anizotropii miozynovykh merezh miokarda. Statystychnyi i fraktal'nyi pidkhid [Diagnostics of the acute coronary insufficiency by the method of Muller-matrix analysis of the optic anisotropy of myosin networks of the myocardium. A statistical and fractal approach]. Morphologia. 2015;9(2):24-8. (in Ukrainian)
 - Ushenko YA, Dubolazov AV, Karachevtsev AO, Sakhnovskiy MY, Bizer LI, Bodnar OB. Multidimensional Mueller Matrices Microscopy of Biological Crystal Networks Structure. In: Osten W, editor. Fringe 2013. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2014, p. 855-8. doi: 10.1007/978-3-642-36359-7_157
 - Ushenko YO, Tomka YY, Misevitch IZ, Istratiy VV, Telenga OI. Complex degree of mutual anisotropy of biological liquid crystals nets. Optical Engineering [Internet]. 2011[cited 2020 Mar 10];50(3):039001. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/journals/Optical-Engineering/volume-50/issue-3/039001/Complex-degree-of-mutual-anisotropy-of-biological-liquid-crystals-nets/10.1117/1.3558850> short doi: <https://doi.org/10.1117/1.3558850>

Відомості про автора:

Гараздюк М.С. – к.мед.н., доцент кафедри судової медицини та медичного правознавства Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна.

Сведения об авторе:

Гараздюк М.С. – к.м.н., доцент кафедры судебной медицины и медицинского правоведения Высшего государственного учебного заведения Украины «Буковинский государственный медицинский университет», г., Черновцы, Украина.

Information about the authors:

Garazdiyuk MS - PhD, Associate Professor of Department of Forensic Medicine and Medical Law of the Higher State Educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University", Chernivtsi, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 6.01.2020

Рецензент – проф. Давиденко І.С.

© Гараздюк М.С. , 2020

