

СУДОВО-МЕДИЧНА ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ОТРУЄННЯ ЕТАНОЛОМ І МОНООКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ МЕТОДОМ ДИФУЗНОЇ ТОМОГРАФІЇ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК КРОВІ

Іваськевич І.Б.¹, Ванчуляк О.Я.¹, Олар О.В.²

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

²Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича, м. Чернівці, Україна

Резюме. Дана робота присвячена дослідженню можливостей застосування методу диференційної поляриметричної мікроскопії з алгоритмічним відтворенням флуктуацій лінійного (ЛД) та циркулярного двоприменезаломлення (ЦД) полікристалічної складової плівок крові людей у судово-медичній практиці для диференційної діагностики отруєнь алкоголем і монооксидом вуглецю (СО).

Мета роботи. Розробка набору судово-медичних об'єктивних критеріїв для можливості диференційної діагностики отруєння етанолом і монооксидом вуглецю методом дифузної томографії поляризаційних зображень полікристалічних плівок крові людини.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження були полікристалічні плівки крові, отримані від 98 трупів обох статей віком від 18 до 70 років. Причиною настання смерті було гостре отруєння етанолом (n=36), гостре отруєння СО (n=32), для контролю використовували зразки біологічних тканин (БТ) від померлих внаслідок ішемічної хвороби серця (ІХС) (n=30). Дослідження проводили шляхом дифузної томографії флуктуації ЛД та ЦД полікристалічної структури плівок крові людини.

Результати. Результати статистичного аналізу даних алгоритмічно поляризаційного відтворення координатних розподілів величини флуктуації ЛД альбумін-глобулінових полікристалічних мереж і ЦД оптично активних хіральных молекул виявили високий рівень (статистична достовірність p_1 ; p_2 ; $p_{1,2}<0,05$) діагностичної ефективності судово-медичної цифрової диференціації зразків плівок крові померлих внаслідок ІХС, отруєння етанолом і чадним газом на основі обчислення набору статистичних моментів 1-4-го порядку.

Висновки. Встановлена можливість статистично достовірної (p_1 ; $p_2<0,05$) диференціації випадків отруєння етанолом і СО методом дифузної томографії флуктуацій ЛД та ЦД полікристалічної складової плівок крові померлих. Визначені операційні характеристики діагностичної сили методу, що відповідають відмінному (92 % та 97 %) рівню.

Ключові слова: монооксид вуглецю; чадний газ; етанол; отруєння; лазерна поляриметрія; диференціація.

Отруєння етанолом і чадним газом займають важливе місце в структурі екзогенних інтоксикацій хімічної етіології в судово-медичній практиці. [1-5] Найчастіше спостерігаються випадкові побутові отруєння СО, спричинені вдиханням автомобільних вихлопних газів, у випадках несправності пічних та інших опалювальних приладів, у вогнищах пожеж, набагато рідше – при залученні осіб до певних промислових процесів. Нерідко ці отруєння виникають на тлі інтоксикації етиловим спиртом, що викликає певну складність у встановленні правильного діагнозу для практичного судово-медичного експерта. Також нерідко зустрічаються випадки низької концентрації карбоксигемоглобіну в крові (нижче 50 %) потерпілих, що може викликати сумніви в судово-слідчих органів. Саме тому нині надзвичайної актуальності набуває пошук нових методик діагностики гострих інтоксикацій етанолом і СО, диференціації даних видів отруєння між собою.

Мета роботи. Розробка набору судово-медичних об'єктивних критеріїв для можливості диференційної діагностики отруєння етанолом і монооксидом вуглецю методом дифузної томографії поляризаційних зображень полікристалічних плівок крові людини.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження були полікристалічні плівки крові, отримані

від 98 трупів обох статей віком від 18 до 70 років. Причиною настання смерті було гостре отруєння етанолом (n=36), гостре отруєння СО (n=32), для контролю використовували зразки біологічних тканин (БТ) від померлих внаслідок ішемічної хвороби серця (ІХС) (n=30). В основу реалізації завдання розробки об'єктивних цифрових критеріїв судово-медичної диференційної діагностики отруєнь алкоголем і чадним газом покладена методика дифузної томографії поляризаційних зображень БТ і рідин організму людини. [6-11] Даний метод забезпечує одержання діагностично-важливих взаємозв'язків між розподілами середніх значень параметрів анізотропії полікристалічної складової БТ та її трансформаціями в результаті дії екзогенних токсичних чинників. [7] Схема проведення дослідження показана в табл. 1.

Таблиця 1

Структурно-логічна схема методу дифузної томографії біологічних шарів

1	Джерело оптичного зондування	Газовий гелій-неоновий лазер; довжина хвилі 0,6328 мкм; потужність 10 мВт
2	Блок формування просторової структури оптичного зонда	Оптичний коліматор формування паралельного лазерного пучка з поперечним перерізом 5 мм
3	Багатоканальний блок формування поляризаційної структури оптичного зонда	Система формування лінійної (0°; 90°; 45°) і правоциркулярної поляризації (лінійний поляризатор – чверть хвильова пластинка)
4	Об'єктний блок	Мікроскопічний координатний вузол
5	Блок формування мікроскопічного зображення	Поляризаційний мікрооб'єктив (Nikon CFI Achromat P, working distance – 30 mm, focal distance – 50 mm, NA – 0,1, magnification – 4x)
6	Блок багатоканальної поляризаційної фільтрації	Система пропускання лінійно (0°; 90°; 45°; 135°), право- та ліво-циркулярно-поляризованих складових світлових коливань
7	Блок дискретизації та флотування цифрового мікроскопічного зображення	Цифрова CCD камера (The Imaging Source DMK 41AU02.AS, monochrome 1/2 "CCD, Sony ICX205AL (progressive scan); resolution – 1280×960, size light-sensitive area – 7600×6200 mkm; by polarization microobjective 7 (Nikon CFI Achromat P, focal length – 30 mm))
8	Блок комп'ютерної обробки даних	Алгоритми розрахунку: - величини флуктуацій ЛД фібрилярних мереж; - величини флуктуацій ЦД; - статистичних моментів 1-4-го порядків.

У межах кожної з дослідних груп зразків полікристалічних плівок крові були експериментально визначені величини флуктуацій ЛД та ЦД фібрилярних мереж. Надалі проводили статистичну обробку отриманих результатів за допомогою програмного забезпечення MATLAB і Statistica. У межах контрольної та двох дослідних груп біологічних препаратів визначалися середнє значення та похибка величини кожного з центральних статистичних моментів (Sr, Dp, As, Ek). У рамках принципів доказової медицини обчислювалися операційні характеристики сили методу дифузної томографії зображень полікристалічних плівок крові: чутливість, специфічність, збалансована точність. [8]

Результати дослідження. На рис. 1 представлені поляризаційно відтворені на основі методу диференційного Мюллер-матричного картографування дифузні томограми величини флуктуації ЛД полікристалічних плівок крові померлих з контрольної й обох дослідних груп.

Аналіз структури наведених дифузних томограм встановив діагностичну чутливість методу картографування мереж біологічних кристалів плівок крові до дегенеративно-дистрофічних змін, що відбулися внаслідок отруєння алкоголем і чадним газом.

Результати статистичного аналізу даних алгоритмічно поляризаційного відтворення координатних розподілів величини флуктуації ЛД альбумін-глобулінових полікристалічних мереж, що систематизовані та представлені в табл. 2, виявили високий рівень (статистична достовірність $p_1; p_2; p_{1;2} < 0,05$) діагностичної ефективності судово-медичної цифрової

диференціації зразків плівок крові померлих з усіх груп на основі обчислення набору статистичних моментів 1-4-го порядків (середнього Sr , дисперсії Dr , асиметрії As й ексцесу Ek), що характеризують дифузні томограми флукуації ЛД репрезентативних вибірок зразків крові померлих внаслідок ІХС, отруєння алкоголем і чадним газом.

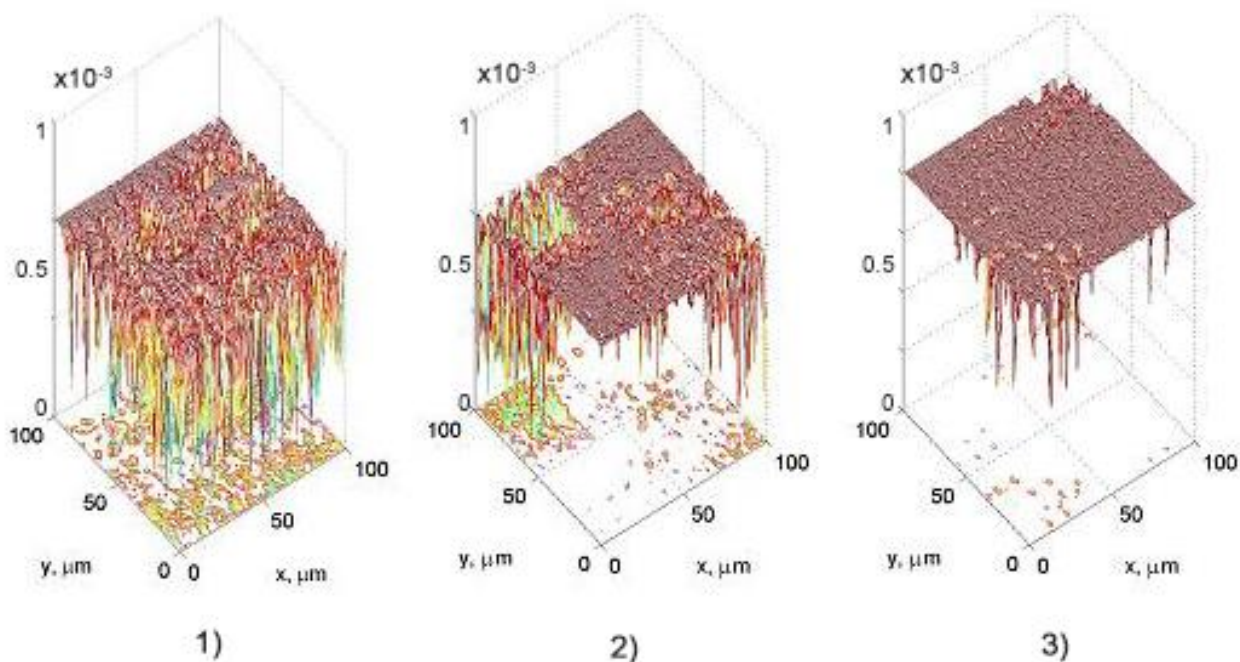


Рис. 1. Дифузні томограми розподілів величини флукуації лінійного двопронезаломлення полікристалічних плівок крові померлих з контрольної (1), дослідної 1 (2) та дослідної 2 (3) груп.

Таблиця 2

Статистичні моменти 1-4-го порядків, що характеризують розподіли величини флукуації лінійного двопронезаломлення полікристалічних плівок крові з контрольної та дослідних груп

Зразок	Полікристалічні плівки крові		
	Група 1 (n=30)	Група 2 (n=36)	Група 3 (n=32)
Статистичні моменти			
Середнє Sr	$0,28 \pm 0,013$	$0,15 \pm 0,007$	$0,095 \pm 0,004$
$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1;2}$		$p_{1;2} < 0,05$	
Дисперсія Dr	$0,21 \pm 0,009$	$0,11 \pm 0,005$	$0,06 \pm 0,002$
$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1;2}$		$p_{1;2} < 0,05$	
Асиметрія As	$0,57 \pm 0,025$	$0,84 \pm 0,041$	$1,38 \pm 0,061$
$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1;2}$		$p_{1;2} < 0,05$	
Ексцес Ek	$0,68 \pm 0,031$	$1,06 \pm 0,047$	$1,64 \pm 0,078$
$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1;2}$		$p_{1;2} < 0,05$	

Аналіз результатів статистичної обробки розподілів величини флукуації ЛД полікристалічних плівок крові виявив хороший ($Dr, As, Ek \rightarrow 82 \div 89 \%$) і відмінний ($Sr \rightarrow 92 \%$) рівні збалансованої точності диференційної діагностики випадків отруєння алкоголем і чадним газом (табл. 3).

Результати методу поляриметричного картографування з відтворенням дифузних томограм координатних розподілів величини флукуації ЦД оптично активних хіральних молекул

полікристалічних плівок крові померлих з дослідної та двох контрольних груп представлені на серії фрагментів рис. 2.

Таблиця 3

Операційні характеристики сили методу дифузної томографії

Зразок		Полікристалічні плівки крові						
$St_{i=1,2,3,4}$	Середнє Sr		Дисперсія Dp		Асиметрія As		Екセス Ek	
Se, %	a=41; b=4;	91,2	a=40; b=5;	88,8	a=39; b=6;	86,6	a=36; b=6;	86,6
Sp, %	c=41; d=4;	91,2	c=40; d=5;	88,8	c=39; d=6;	86,6	c=39; d=6;	86,6
Ac, %	n=98	91,2	n=98	88,8	n=98	86,6	n=98	86,6

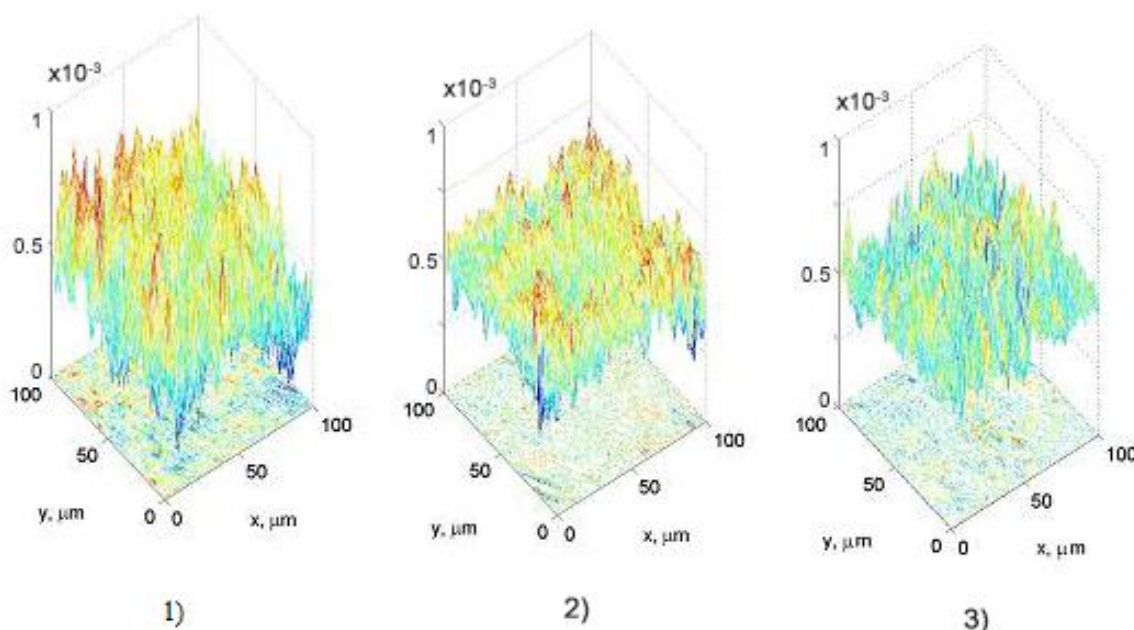


Рис. 2. Мапи розподілів величини флуктуації циркулярного двопронезаломлення оптичної активності полікристалічних плівок крові померлих з контрольної (1), дослідної 1 (2) та дослідної 2 (3) груп.

Порівняльний аналіз наведених дифузних томограм флуктуації ЦД виявив достатню діагностичну чутливість методу до дегенеративно-дистрофічних змін оптично активних молекулярних комплексів полікристалічних плівок крові у випадках отруєння алкоголем і чадним газом. Результати статистичного аналізу наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Статистичні моменти 1-4-го порядків, що характеризують розподіли величини флуктуації циркулярного двопронезаломлення зразків полікристалічних плівок крові померлих з контрольної та дослідних груп

Зразок	Полікристалічні плівки крові		
	Група 1 (n=30)	Група 2 (n=36)	Група 3 (n=32)
Статистичні моменти			
Середнє Sr	0,43±0,021	0,24±0,011	0,13±0,006
$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1;2}$		$p_{1;2} < 0,05$	
Дисперсія Dp	0,37±0,016	0,18±0,008	0,09±0,004
$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1;2}$		$p_{1;2} < 0,05$	
Асиметрія As	0,13±0,006	0,23±0,011	0,38±0,019

$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1:2}$		$p_{1:2} < 0,05$	
Ексцес Ек	$0,19 \pm 0,009$	$0,26 \pm 0,012$	$0,39 \pm 0,018$
$p_1; p_2$		$p_1 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
$p_{1:2}$		$p_{1:2} < 0,05$	

Виявлена статистична достовірність ($p_1; p_2; p_{1:2} < 0,05$) диференціації померлих з контрольної групи (ІХС) та випадків отруєння алкоголем і чадним газом шляхом обчислення середнього Sr , дисперсії Dp , асиметрії As й ексцесу Ek , що характеризують розподіли величини флуктуації ЦД полікристалічних плівок крові.

У табл. 5 містяться дані інформаційного аналізу методу дифузної томографії флуктуації ЦД зразків полікристалічних плівок крові в диференціації випадків отруєння алкоголем і чадним газом.

Таблиця 5

Операційні характеристики сили методу дифузної томографії

Зразок		Полікристалічні плівки крові						
$St_{i=1,2,3,4}$	Середнє Sr		Дисперсія Dp		Асиметрія As		Ексцес Ek	
$Se, \%$	$a=44;$ $b=1;$	97,7	$a=43;$ $b=2;$	95,5	$a=42;$ $b=3;$	93,3	$a=41;$ $b=4;$	91,1
$Sp, \%$	$c=44;$ $d=1;$	97,7	$c=43;$ $d=2;$	95,5	$c=42;$ $d=3;$	93,3	$c=40;$ $d=5;$	88,8
$Ac, \%$	$n=98$	97	$n=98$	95,5	$n=98$	93,3	$n=98$	89,45

Встановлені наступні параметри діагностичної ефективності методу диференційного картографування з поляризаційним відтворенням дифузних томограм координатних розподілів величини флуктуацій параметрів ЦД: хороший ($Ek \rightarrow 98 \%$) і відмінний ($Sr, Dp, As \rightarrow 93-97 \%$) рівні точності диференційної судово-медичної діагностики випадків отруєння алкоголем і чадним газом.

Отже, отримані результати демонструють діагностичну ефективність методу дифузної томографії флуктуації ЛД та ЦД полікристалічної структури плівок крові людини в судово-медичній диференціації випадків отруєння алкоголем і СО.

Висновки.

1. Встановлена можливість статистично достовірної ($p_1; p_2 < 0,05$) диференціації випадків отруєння алкоголем і чадним газом методом диференційної поляриметричної мікроскопії з алгоритмічним відтворенням флуктуацій лінійного та циркулярного двопронезаломлення полікристалічної складової плівок крові померлих.
2. Визначені операційні характеристики діагностичної сили методу дифузної томографії лінійного та циркулярного двопронезаломлення оптично активних молекулярних комплексів полікристалічних плівок крові, що відповідають відмінному (92 % та 97 %) рівню.

Фонди. Дане дослідження виконано завдяки підтримці Національного Фонду Досліджень України (Проект 2020.02/0061).

Література

1. Еникеев ДА, Ряховский АЕ, Байков ДЭ, Срубилін ДВ. Влияние алкогольного опьянения на выживаемость крыс при остром отравлении угарным газом. Современные проблемы науки и образования [Интернет]. 2016 [цитировано 2021 Мар 11];6:13-13. Доступно на: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25456>.
2. Тетерчев В, Сербуленко А, Чорба К. Смертельные отравления угарным газом. Noosfera. Revista științifică de educație, spiritualitate și cultură ecologică. 2016;16:144-6.
3. Алексеев ИВ. К вопросу об оценке степени интоксикации алкоголем и угарным газом лиц, погибших на пожарах. Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. 2009;15:112-6.

4. Злобин ЮВ. Отравления монооксидом углерода (угарным газом). Санкт-Петербург: Тактик-Студио; 2011. 19 с.
5. Богомолова ИН. Патоморфологические изменения внутренних органов при острых отравлениях монооксидом углерода. Проблемы экспертизы в медицине. 2007;7(25-1):26-30.
6. Клевно ВА, Максимов АВ, Кучук СА, Григорьева ЕН, Заторкина ОГ, Кислов МА, та ін. Методические рекомендации по судебно-медицинской экспертизе отравления алкоголем. Судебная медицина. 2020;6(1):51-9. doi: <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2020-6-1-51-59>
7. Травенко ЕН, Породенко ВА. Патоморфологические признаки отравления этанолом в диагностике механизмов наступления смерти. Вестник судебной медицины. 2016;1:28-30.
8. Гарздюк МС, Бачинський ВТ. Диференційна діагностика давності утворення крововиливів травматичного генезу, інфаркту мозку ішемічного і геморагічного генезу методом картографування розподілів величини комплексного ступеня взаємної поляризації. Буковинський медичний вісник. 2020;24(3):9-15. doi: <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XXIV.3.95.2020.65>
9. Vachinsky VT, Vanchulyak OY, Zabolovich AI, Sarkisova YV, Andriichuk AO, Malyshev VV, et al. Optical methods of investigation in forensic practice. Info-Med Revistă științifico-practică. 2014;2:32-3.
10. Sakhnovskiy MYu, Dubolazov AV, Ushenko VA, Sokolnuik SO, Grygoryshyn PM, Vanchuliak OYa, et al. Diffusive laser tomography of multilateral biological tissues. Proc. SPIE 10977, Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies IX, 109773Q [Internet]. 2018 Dec 31 [cited 2019 Feb 22]. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/10977/109773Q/Diffusive-laser-tomography-of-multilateral-biological-tissues/10.1117/12.2323583.short?SSO=1>. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2323583>
11. Borovkova M, Peyvasteh M, Dubolazov O, Ushenko Y, Ushenko V, Bykov A, et al. Complementary analysis of Mueller-matrix images of optically anisotropic highly scattering biological tissues. J. Eur. Opt. Soc.-Rapid Publ. [Internet]. 2018 [cited 2020 Oct 19];14(20). Available from: <https://doi.org/10.1186/s41476-018-0085-9>
12. Ushenko VO, Olar OV, Ushenko YuO, Gorsky MP, Soltys IV. Polarization correlometry of polycrystalline films of human liquids in problems of forensic medicine. Proc. SPIE 9809, Twelfth International Conference on Correlation Optics, 98091B [Internet]. 2015 Nov 30 [cited 2019 Feb 21]. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9809/98091B/Polarization-correlometry-of-polycrystalline-films-of-human-liquids-in-problems/10.1117/12.2228997.short>. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2228997>
13. Ushenko VA, Sdobnov AYu, Mishalov WD, Dubolazov AV, Olar OV, Vachinskyi VT, et al. Biomedical applications of Jones-matrix tomography to polycrystalline films of biological fluids. Journal of Innovative Optical Health Sciences [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 18];12(6):1950017. Available from: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1793545819500172>
14. Moon JM, Chun BJ, Cho YS, Mun JG. Does alcohol play the role of confounder or neuroprotective agent in acute carbon monoxide poisoning? Clin Toxicol (Phila). 2020;58(3):161-70. doi: [10.1080/15563650.2019.1625915](https://doi.org/10.1080/15563650.2019.1625915)

References

1. Enikeev DA, Ryakhovskiy AE, Baykov DE, Srubilin DV. Vliyanie alkogol'nogo op'yaneniya na vyzhivaemost' krysa pri ostrom otravlenii ugarnym gazom. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [The effect of alcohol intoxication on the survival of rats in acute carbon monoxide poisoning] [Internet]. 2016 [tsitirovano 2021 Mar 11];6:13-13. Dostupno na: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25456>. (in Russian)
2. Teterchev V, Serbulenko A, Chorba K. Smertel'nye otravleniya ugarnym gazom [Fatal carbon monoxide poisoning]. Noosfera. Revista științifică de educație, spiritualitate și cultură ecologică.

- 2016;16:144-6. (in Russian)
3. Alekseev IV. K voprosu ob otsenke stepeni intoksikatsii alkogolem i ugarnym gazom lits, pogibshikh na pozharakh [On the assessment of the degree of alcohol and carbon monoxide intoxication of persons who died in fires]. Aktual'nye voprosy sudebnoy meditsiny i ekspertnoy praktiki. 2009;15:112-6. (in Russian)
 4. Zlobin YuV. Otravleniya monooksidom ugleroda (ugarnym gazom) [Carbon monoxide poisoning]. Sankt-Peterburg: Taktik-Studio; 2011. 19 s. (in Russian)
 5. Bogomolova IN. Patomorfologicheskie izmeneniya vnutrennikh organov pri ostrykh otravleniyakh monooksidom ugleroda [Pathologic changes of internals in the cases of acute poisoning by carbon single-oxide]. Problemy ekspertizy v meditsine. 2007;7(25-1):26-30. (in Russian)
 6. Klevno VA, Maksimov AV, Kuchuk SA, Grigor'eva EN, Zatorkina OG, Kislov MA, ta in. Metodicheskie rekomendatsii po sudebno-meditsinskoy ekspertize otravleniya alkogolem [Guidelines for conducting forensic medical examination in cases of alcohol poisoning]. Sudebnaya meditsina. 2020;6(1):51-9. doi: <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2020-6-1-51-59>. (in Russian)
 7. Travenko EN, Porodenko VA. Patomorfologicheskie priznaki otravleniya etanolom v diagnostike mekhanizmov nastupleniya smerti [Pathological signs of ethanol poisoning in the diagnosis of the onset of death mechanisms]. Vestnik sudebnoy meditsiny. 2016;1:28-30. (in Russian)
 8. Harazdiuk MS, Bachyns'kyi VT. Dyferentsiina diahnozyka davnosti utvorennia krovovylyviv travmatychnoho henezu, infarktu mozku ishemichnoho i hemorahichnoho henezu metodom kartohrafuvannia rozpodiliv velychyny kompleksnoho stupenia vzaiemnoi poliaryzatsii [Differential diagnostics of the formation of hemorrhages of traumatic genesis, brain infarction of ischemic and hemorrhagic genesis by the method of the mapping of complex degree of mutual polarization]. Bukovyns'kyi medychnyi visnyk. 2020;24(3):9-15. doi: <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XXIV.3.95.2020.65>. (in Ukrainian)
 9. Bachinsky VT, Vanchulyak OY, Zavolovich AI, Sarkisova YV, Andriichuk AO, Malyshev VV, et al. Optical methods of investigation in forensic practice. Info-Med Revistă științifico-practică. 2014;2:32-3.
 10. Sakhnovskiy MYu, Dubolazov AV, Ushenko VA, Sokolnuik SO, Grygoryshyn PM, Vanchuliak OYa, et al. Diffusive laser tomography of multilateral biological tissues. Proc. SPIE 10977, Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies IX, 109773Q [Internet]. 2018 Dec 31 [cited 2019 Feb 22]. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/10977/109773Q/Diffusive-laser-tomography-of-multilateral-biological-tissues/10.1117/12.2323583.short?SSO=1>. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2323583>
 11. Borovkova M, Peyvasteh M, Dubolazov O, Ushenko Y, Ushenko V, Bykov A, et al. Complementary analysis of Mueller-matrix images of optically anisotropic highly scattering biological tissues. J. Eur. Opt. Soc.-Rapid Publ. [Internet]. 2018 [cited 2020 Oct 19];14(20). Available from: <https://doi.org/10.1186/s41476-018-0085-9>
 12. Ushenko VO, Olar OV, Ushenko YuO, Gorsky MP, Soltys IV. Polarization correlometry of polycrystalline films of human liquids in problems of forensic medicine. Proc. SPIE 9809, Twelfth International Conference on Correlation Optics, 98091B [Internet]. 2015 Nov 30 [cited 2019 Feb 21]. Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9809/98091B/Polarization-correlometry-of-polycrystalline-films-of-human-liquids-in-problems/10.1117/12.2228997.short>. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2228997>
 13. Ushenko VA, Sdobnov AYu, Mishalov WD, Dubolazov AV, Olar OV, Bachinskyi VT, et al. Biomedical applications of Jones-matrix tomography to polycrystalline films of biological fluids. Journal of Innovative Optical Health Sciences [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 18];12(6):1950017. Available from: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1793545819500172>
 14. Moon JM, Chun BJ, Cho YS, Mun JG. Does alcohol play the role of confounder or neuroprotective agent in acute carbon monoxide poisoning? Clin Toxicol (Phila). 2020;58(3):161-

FORENSIC DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF ETHANOL AND CARBON MONOXIDE POISONING BY DIFFUSED TOMOGRAPHY OF POLARIZATION IMAGES OF POLYCRYSTALLINE BLOOD FILMS

Ivaskevych I.B.¹, Vanchulyak O.Ya.¹, Olar O.V.²

¹Bucovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

²Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

Summary. This work is devoted to the study of the possibilities of applying the method of differential polarimetric microscopy with algorithmic reproduction of fluctuations of linear and circular birefringence of polycrystalline component of human blood films in forensic practice for differential diagnosis of alcohol and carbon monoxide poisoning.

Aim of the work. Development of a set of forensic objective criteria for the possibility of differential diagnosis of ethanol and CO poisoning by diffuse tomography of polarization images of polycrystalline films of human blood.

Materials and methods. The object of the study were polycrystalline blood films obtained from 98 corpses of both sexes aged 18 to 70 years. The cause of death was acute ethanol poisoning (n=36), acute CO poisoning (n=32) and biological tissue samples from those who died of coronary heart disease (n=30) were used for control. The studies were performed by diffuse tomography of linear and circular birefringence of fluctuations of the polycrystalline structure of human blood films.

Results. The results of statistical analysis of data of algorithmic polarization reproduction of coordinate distributions of linear birefringence of fluctuation of albumin-globulin polycrystalline networks and circular birefringence of optically active chiral molecules, revealed a high level (statistical reliability p_1 ; p_2 ; $p_{1,2} < 0,05$) of diagnostic efficiency of forensic digital differentiation of blood films samples from people died of coronary heart disease, ethanol and carbon monoxide poisoning based on the calculation of a set of statistical moments of the 1-4-th orders.

Conclusions. The possibility of statistically significant (p_1 ; $p_2 < 0,05$) differentiation of cases of ethanol and CO poisoning by diffuse tomography of linear and circular birefringence of fluctuations of the polycrystalline component of the blood films has been established. The operational characteristics of the diagnostic power of the method corresponding to the excellent (92 % and 97 %) level are determined.

Keywords: carbon monoxide; ethanol; poisoning; laser polarimetry; differentiation.

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ОТРАВЛЕНИЯ ЭТАНОЛОМ И МОНООКСИДОМ УГЛЕРОДА МЕТОДОМ ДИФФУЗНОЙ ТОМОГРАФИИ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК КРОВИ

Иваськевич И.Б.¹, Ванчуляк О.Я.¹, Олар О.В.²

¹Буковинский государственный медицинский университет, г. Черновцы, Украина

²Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича, г. Черновцы, Украина

Резюме. Данная работа посвящена исследованию возможностей применения метода дифференциальной поляриметрической микроскопии с алгоритмическим воспроизведением флуктуаций линейного и циркулярного двулучепреломления поликристаллической составляющей пленок крови человека в судебно-медицинской практике для дифференциальной диагностики отравлений алкоголем и монооксидом углерода.

Цель работы. Разработка набора судебно-медицинских объективных критериев для возможности дифференциальной диагностики отравления этанолом и монооксидом углерода методом диффузной томографии поляризационных изображений поликристаллических пленок крови человека.

Материалы и методы. Объектом исследования были поликристаллические пленки крови,

полученные от 98 трупов обеих полов в возрасте от 18 до 70 лет. Причиной наступления смерти было острое отравление этанолом (n=36), острое отравление СО (n=32), для контроля использовали образцы биологических тканей от умерших вследствие ишемической болезни сердца (n=30). Исследования проводили путем диффузной томографии флуктуации линейного и циркулярного двулучепреломления поликристаллической структуры пленок крови человека.

Результаты. Результаты статистического анализа данных алгоритмично поляризационного воспроизведения координатных распределений величины флуктуации линейного двулучепреломления альбумин-глобулиновых поликристаллических сетей и циркулярного двулучепреломления оптически активных хиральных молекул обнаружили высокий уровень (статистическая достоверность p_1 ; p_2 ; $p_{1;2}<0,05$) диагностической эффективности судебно-медицинской цифровой дифференциации образцов пленок крови умерших вследствие ишемической болезни сердца, отравления этанолом и угарным газом на основе вычисления набора статистических моментов 1-4-го порядков.

Выводы. Установлена возможность статистически достоверной (p_1 ; $p_2<0,05$) дифференциации случаев отравления этанолом и угарным газом методом диффузной томографии флуктуаций линейного и циркулярного двулучепреломления поликристаллической составляющей пленок крови умерших. Определены операционные характеристики диагностической силы метода, соответствующие отличному (92 % и 97 %) уровню.

Ключевые слова: монооксид углерода; угарный газ; этанол; отравления; лазерная поляриметрия; дифференциация.

Відомості про авторів:

Иваськевич І.Б. – аспірант кафедри судової медицини та медичного правознавства Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна, e-mail: sudmed@bsmu.edu.ua

Ванчуляк О.Я. – доктор медичних наук, професор кафедри судової медицини та медичного правознавства Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна, e-mail: wanchulyak@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0243-1894

Олар О.В. – кандидат фіз.-мат. наук, асистент кафедри оптики та видавничо-поліграфічної справи Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича, м.Чернівці, Україна, e-mail: cablaze9@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3625-8439

Information about the authors:

Ivaskevych I.B. – PhD student of the Department of Forensic Medicine and Medical Law of the Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

Vanchulyak O.Ya. – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Forensic Medicine and Medical Law of the Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

Olar O.V. – PhD phys.-math. Sci., Assistant of the Department of Optics and Publishing and Printing, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

Сведения об авторах:

Иваськевич И.Б. – аспирант кафедры судебной медицины и медицинского правоведения Буковинского государственного медицинского университета, г. Черновцы, Украина

Ванчуляк О.Я. – доктор медицинских наук, профессор кафедры судебной медицины и медицинского правоведения Буковинского государственного медицинского университета, г. Черновцы, Украина

Олар О.В. – кандидат физ.-мат. наук, ассистент кафедры оптики и полиграфии Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича, г.Черновцы, Украина