

СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РІДИН ТА СЕРЕДОВИЩ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЧАСУ НАСТАННЯ СМЕРТІ

І.Г. Савка¹, В.В. Кривецький¹, Н.М. Козань²

¹Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна

²Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Ключові слова:

давність настання смерті, склисте тіло, спинномозкова рідина.

Буковинський медичний вісник. 2020. Т.24, № 3 (95), С. 179-184.

DOI:

10.24061/2413-0737.

XXIV.3.95.2020.90

E-mail:

sudmed@bsmu.edu.ua

Резюме. Питання встановлення часу настання смерті завжди було актуальним серед судових медиків, оскільки визначення точного моменту смерті дозволяє судово-слідчим органам прояснити обставини та виявити осіб, які причетні до скоєння злочину.

Мета роботи – провести аналіз методів, що використовуються у практичній роботі в обласних бюро судово-медичної експертизи України та поза її межами з метою виявлення їх ефективності для встановлення давності настання смерті шляхом дослідження біологічних рідин та середовищ організму людини, а також для виявлення їх проблемних моментів для подальшої розробки нових методів чи модернізації існуючих.

За останні десятиліття учені в галузі судової медицини розробили значну кількість різноманітних методів для встановлення давності настання смерті. Особливо актуальною є можливість дослідження біологічних рідин та середовищ організму людини, таких як спинномозкова рідина, склисте тіло, синовіальна рідина, оскільки вони є практично ізольованими від зовнішнього середовища та впливу зовнішніх чинників. Для їх дослідження в основному застосовують біохімічні методи. Одним із найбільш вивчених та таких, які застосовують у своїй практичній діяльності лікарі-судово-медичні експерти, є визначення показників вмісту калію у склистому тілі людини. Динаміка зміни його концентрації із збільшенням часу після смерті також характерна і для інших біологічних рідин організму людини.

Висновок. Триває активний пошук новітніх методів, які могли б спростити проведення дослідження біологічних рідин та середовищ людини для встановлення часу смерті, а також підвищити їх точність. Такими методами можуть бути лазерна аутофлюоресценція та багатопараметрична лазерна томографія.

Ключевые слова:

давність наступления смерти, стекловидное тело, спинномозговая жидкость.

Буковинский медицинский вестник. 2020. Т.24, № 3 (95), С. 179-184.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И СРЕД ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВРЕМЕНИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ

И.Г. Савка, В.В. Кривецкий, Н.Н. Козань

Резюме. Вопрос установления времени наступления смерти всегда был актуальным среди судебных медиков, так как определение точного момента смерти позволяет судебным-следственным органам прояснить обстоятельства и выявить лиц, причастных к совершению преступления.

Цель работы – провести анализ методов, используемых в практической работе в областных бюро судебно-медицинской

Огляд літератури

експертизи України і за її межами з метою виявлення їх ефективності для встановлення ДНС шляхом дослідження біологічних рідин і середовища організму людини, а також для виявлення їх проблемних моментів для подальшої розробки нових методів або модернізації.

За останні десятиліття вчені в області судової медицини розробили значительне количество різних методів для встановлення давності настання смерті. Особливо актуальна можливість дослідження біологічних рідин і середовища організму людини, таких як спинномозгова рідина, стекловидне тіло, синовіальна рідина, оскільки вони практично ізолювані від зовнішнього середовища і впливу зовнішніх факторів. Для їх дослідження в основному застосовують біохімічні методи. Одним з найбільш вивчених і таких, які застосовують в своїй практичній діяльності лікарі-судово-медичні експерти, визначення показників для вмісту калію в стекловидному тілі людини. Динаміка змін його концентрації з збільшенням часу після смерті також характерна і для інших біологічних рідин організму людини.

Висновок. Продовжується активний пошук нових методів, які могли б спростити проведення дослідження біологічних рідин і середовища організму людини для встановлення часу смерті, а також підвищити їх точність. Такими методами можуть бути лазерна аутофлуоресценція і багатопараметрична лазерна томографія.

Key words: time since death, vitreous body, cerebrospinal fluid.

Bukovinian Medical Herald. 2020. V.24, № 3 (95). P. 179-184.

MODERN POSSIBILITIES AND PROSPECTS OF RESEARCH OF FLUIDS AND ENVIRONMENTS OF THE HUMAN ORGANISM FOR THE TIME OF DEATH ESTIMATION

I.H. Savka, V.V. Kryvetskyi, N.M. Kozan

Abstract. The issue of determining the time of death has always been relevant among forensic doctors, since determining the exact moment of death allows the investigating authorities to clarify the circumstances of death and identify those, who are involved in crime.

Objective –to analyze the methods used in practice in the regional bureaus of forensic medicine of Ukraine and abroad in order to identify their effectiveness for the establishment of time since death by studying biological fluids and environments of the human body, as well as to identify their problems for further development of new methods or modernization of existing ones.

In recent decades forensic scientists have developed a number of different methods to determine the post-mortem interval. The possibility of studying biological fluids and environments of the human body, such as cerebrospinal fluid, vitreous body, synovial fluid, is especially relevant because they are isolated from the environment and the influence of external factors. Biochemical methods are mainly used for their research. For vitreous body one of the most studied and used indicators in practice by forensic experts is potassium. The dynamics of changes in its concentration with increasing time after death is also characteristic of other biological fluids of the human body.

Conclusion. There is an active search for new methods that could simplify

the study of biological fluids and human media to determine the time of death, as well as improve their accuracy. Such methods may be laser autofluorescence and multiparameter laser tomography.

Вступ. Питання встановлення часу настання смерті завжди було актуальним серед судових медиків, оскільки визначення точного моменту смерті дозволяє судово-слідчим органам прояснити обставини та виявити осіб, які причетні до скоєння злочину [1,2].

Зазвичай при проведенні розтину судово-медичний експерт використовує дані оцінки зміни динаміки ранніх та пізніх трупних явищ, таких як трупні плями, трупне залякання, трупне охолодження [2]. У ранньому посмертному періоді також використовують дані так званих суправітальних реакцій: реакція зіниць та потових залоз на хімічні подразники, ідіомускулярна пухлина та ін. [3,4]. Проте використання таких методів дає досить суб'єктивні та не дуже точні результати (точність оцінки трупних явищ становить ± 4 год, а суправітальних реакцій ± 2 год), що не завжди задовільняє судово-слідчі органи, зокрема у випадках насильницького генезу смерті [2,3].

Мета роботи – провести аналіз методів, що використовуються у практичній роботі в обласних бюро судово-медичної експертизи України та поза її межами з метою виявлення їх ефективності для встановлення ДНС шляхом дослідження біологічних рідин та середовищ організму людини, а також для виявлення їх пробищ моментів для подальшої розробки нових методів чи модернізації існуючих.

За останні десятиліття учені в галузі судової медицини розробили значну кількість різноманітних методів для встановлення давності настання смерті (ДНС) [5]. Особливо актуальною є можливість дослідження біологічних рідин та середовищ організму людини, таких як спинномозкова рідина (СМР), склисте тіло (СТ), синовіальна рідина (СР), оскільки вони є практично ізольованими від зовнішнього середовища та впливу зовнішніх чинників [6, 7]. Кров, порівняно з вищевказаними рідинами та середовищем, є гіршим матеріалом для дослідження, оскільки показники крові дуже швидко реагують на зміни зовнішнього та внутрішнього середовищ людини, таких як нестача кисню, наявність у повітрі, що вдихається, отруйних для організму речовин, голод та ін. [8,9]. Також враховуючи, що СМР та СР є відносно ізольованими рідинами, гнильні процеси у них розвиваються пізніше та проходять повільніше, ніж у крові, куди бактерії потрапляють значно легше і швидше.

Були спроби дослідити СМР традиційними цитологічними методами [10]. Гараздук М.С. з колегами виявили, що зміни клітинного складу ліквору не корелюють з часом настання смерті, оскільки дегенеративні зміни клітин та незмінні

елементи паралельно наявні як вже у першу добу після смерті, так і за 8-12 діб після неї [11].

Для дослідження СМР, СТ та СР в основному застосовують біохімічні методи дослідження [8,9]. При оцінці біохімічних показників, що використовуються для діагностики часу настання смерті, дослідники зауважують, що необхідно брати до уваги швидкість та особливості проходження катаболізму та метаболічних процесів у організмі як до, так і після смерті, аутолітичні та гнильні зміни тіла.

Tse R, Garland J та ін. зіставляли зміни рівня магнію СТ із віком, статтю та наявністю чи відсутністю цукрового діабету в досліджуваних трупах [12]. Виявлено, що посмертний рівень магнію в цілому стійкий у ранній посмертний період та не співвідноситься з віком, статтю, не корелює із змінами інших електролітів (натрію, хлориду та калію). Проте вони відзначили, що його значення було більшим у СТ осіб, які мали цукровий діабет. Ху Х.М. та співавт. [13] досліджували концентрацію магнію та заліза у СТ кролика і встановили, що зміни їх концентрації можуть бути використані для оцінки ДНС у часовому проміжку до двох діб після настання смерті.

Проводилися комплексні порівняльні дослідження щодо оцінки посмертного інтервалу за біохімічними параметрами СТ та СМР. Біологічне середовище та рідину було відібрано від трупів під час проведення судово-медичних розтинів та проаналізовано динаміку посмертних змін калію, глюкози, натрію, кальцію, сечовини та креатиніну в них [14-17]. На погляд учених, проведені дослідження виявили, що СТ є кращим об'єктом порівняно зі СМР для оцінки ДНС. Зокрема було відзначено, що серед статистично значущих параметрів в обох об'єктах рівень калію та натрію в СТ дає більш точні показники щодо моменту настання смерті порівняно з СМР, тоді як точність встановлення ДНС за глюкозою є приблизно однаковою для обох досліджуваних об'єктів.

Взагалі у низці робіт багатьох науковців продемонстровано, що калій був і є одним із найбільш вивчених та діагностично ефективних для визначення ДНС параметрів СТ [18-20]. Вчені продовжують удосконалювати старі та розробляти нові критерії діагностики ДНС на основі посмертних змін кількості калію порівняно з іншими біохімічними критеріями. Так Bortolotti F. з колегами [20] вивчали біохімічні показники СТ порівняно зі СР. В обох досліджуваних групах речовин вони проаналізували рівні таких іонів, як натрій, калій, хлор, кальцій, а також рівні глюкози,

Огляд літератури

креатиніну та сечовини. Важливим відкриттям стало те, що рівні калію та глюкози в СР є настільки ж валідними показниками для встановлення часу смерті, як і в СТ.

Go A. та ін. досліджували зміни рівня гіпоксантину та молочної кислоти у СТ із збільшенням ДНС шляхом використання мас-спектрометрії у поєднанні з рідкою хроматографією [21]. Учені проводили дані дослідження із врахуванням пори року та добових коливань температури, оскільки даний чинник має вплив на концентрацію біомаркерів. Виявлено, що найвища кореляція концентрації гіпоксантину та молочної кислоти з часом настання смерті спостерігалася в зимовий період.

Santos Júnior J.C. et al. також використовували мас-спектрометрію та рідинну хроматографію для діагностики ДНС за СТ [22]. Вони проводили оцінку зміни концентрації металів та сполук металів із білками у зразках СТ у різні часові проміжки після смерті (1-7 днів) з врахуванням динаміки зміни концентрації досліджуваних об'єктів як у тілах із гнилісними змінами, так і без них. Статистично значима різниця концентрації виявилася по відношенню до заліза в часовому інтервалі трьох та семи діб.

Достатньо високу точність у встановленні посмертного інтервалу на основі вивчення СМР демонструють світло-оптичні методи дослідження [23-26]. Розроблено метод діагностики ДНС на основі спектрофотометрії в ультрафіолетовому діапазоні в ранньому посмертному періоді з точністю визначення ± 1 шляхом оцінювання монотонної зміни величини оптичної щільності СМР [23]. Ефективними для встановлення часу смерті з високою точністю виявилися лазерні світлооптичні методи, такі як лазерна аутофлюоресценція та традиційні лазерні поляриметричні методи оцінки кутів нахилу азимута та еліптичності мікроскопічних зображень полікристалічних плівок СМР при проходженні через них пучка лазерного випромінювання – [24-26]. Дослідниками розроблено критерії діагностики ДНС за СМР у ранній посмертний період із точністю $\pm 7,5$ хв, яка на даний момент є найвищою серед відомих методів дослідження СМР.

Висновки

1. Вивчення таких біологічних рідин та середовищ організму людини, як склисте тіло, спинномозкова рідина, синовіальна рідина є перспективним для діагностики часу настання смерті.

2. Одним із найбільш вивчених та таких, які застосовують у своїй практичній діяльності лікарі-судово-медичні експерти, показників для склистого тіла людини є калій. Динаміка зміни його концентрації зі збільшенням часу після смерті також характерна і для інших біологічних рідин організму людини.

3. Проте триває активний пошук новітніх методів, які могли б спростити проведення дослідження біологічних рідин та середовищ людини для встановлення часу смерті, а також підвищити їх якість. Такими методами можуть

бути лазерна аутофлюоресценція та багатопараметрична лазерна томографія.

Список літератури

1. Ботезату ГА, Тетерчев ВВ, Унгурян СВ. Діагностика давності смерті в судовій медицині. Кишинев: Штиинца; 1987. 133 с.
2. Ольховський ВО, Голубович ЛЛ, Хижняк ВВ, Коновал НС, Дмитренко ЮО. Визначення тривалості посмертного періоду в судово-медичній експертній практиці: сучасний стан і перспективи. Експериментальна і клінічна медицина. 2016;4:27-33.
3. Гуров ОМ. Сучасний алгоритм судово-медичної діагностики давності настання смерті у ранній постмортальний період. Київ; 2017. 36 с.
4. Knight B, editor. The estimation of the time since death in the early postmortem period. 2nd ed. London: Arnold; New York: Distributed in the USA by Oxford University Press; 2002. 271 p.
5. Ольховський ВО, Голубович ЛЛ, Тагаєв ММ, Хижняк ВВ, Голубович ПЛ. Визначення давності настання смерті. Харків: Бровін ОВ; 2017. 167 с.
6. Приходько АН, Лаврукова ОС. К вопросу об использовании биологических объектов для определения давности наступления смерти. Ученые зап. Петрозавод. гос. ун-та. 2017;2:85-8.
7. Марданлы СГ, Первушин ЮВ, Иванова ВН. Спинномозговая жидкость, лабораторные методы исследования и их клинико-диагностическое значение. Электрогорск: ЗАО "ЭКОлаб"; 2011. 72 с.
8. Madea B. Is there recent progress in the estimation of the postmortem interval by means of thanatochemistry? Forensic Sci Int. 2005;151(2/3):139-49.
9. Madea B, Musshoff F. Postmortem biochemistry. Forensic Sci Int. 2007;165(2/3):165-71.
10. Wyler D, Marty W, Bar W. Correlation between the post-mortem cell content of cerebrospinal fluid and time of death. Int J Legal Med. 1994;106(4):194-9.
11. Гараздюк МС, Бачинський ВТ, Владковська НІ, Гараздюк ОІ. Судово-медична ефективність методу цитологічного дослідження цереброспінальної рідини для визначення давності настання смерті. Буковинський медичний вісник. 2017;21(3):22- 8.
12. Tse R, Garland J, Kesha K, Morrow P, Lam L, Elstun H, et al. Post mortem vitreous magnesium in adult population. Forensic Sci Int. 2018;284:46-52. DOI: 10.1016/j.forsciint.2017.12.038. Epub 2017 Dec 30. PMID: 29331840.
13. Xu XM, Gong ZQ, Sun YG. Study on the relationship between PMI and the concentration of magnesium and iron in the vitreous humor of rabbit after death. Fa Yi Xue Za Zhi. 2002;18(2):65-6.
14. Swain R, Kumar A, Sahoo J, Lakshmy R, Gupta SK, Bhardwaj DN, et al. Estimation of post-mortem interval: A comparison between cerebrospinal fluid and vitreous humour chemistry. J Forensic Leg Med. 2015;36:144-8. DOI: 10.1016/j.jflm.2015.09.017.
15. Madea B, Hermann N, Henssge C. Calcium concentration in vitreous humor – a means for determining time of death? Beitr Gerichtl Med. 1990;48:489-99.
16. Zilg B, Bernard S, Alkass K, Berg S, Druid H. A new model for the estimation of time of death from vitreous potassium levels corrected for age and temperature. Forensic Sci Int. 2015;254:158-66.
17. Foster SN, Smith PR, Biggs M, Ratty GN, Hollingbury FE, Morley SR. Estimation of postmortem interval using vitreous potassium levels in cases of fatal road traffic collision.

Literature review

Arch Med Sadowej Kryminol. 2016;66(2):71-82.

18. Thierauf A, Musshoff F, Madea B. Post-mortem biochemical investigations of vitreous humor. *Forensic Sci Int.* 2009;192(1-3):78-82.

19. Tumram NK, Bardale RV, Dongre AP. Postmortem analysis of synovial fluid and vitreous humour for determination of death interval: A comparative study. *Forensic Sci Int.* 2011;204(1-3):186-90.

20. Bortolotti F, Pascali JP, Davis GG, Smith FP, Brissie RM, Tagliaro F. Study of vitreous potassium correlation with time since death in the postmortem range from 2 to 110 hours using capillary ion analysis. *Med Sci Law.* 2011;51 Suppl 1:S20-3.

21. Go A, Shim G, Park J, Hwang J, Nam M, Jeong H, et al. Analysis of hypoxanthine and lactic acid levels in vitreous humor for the estimation of post-mortem interval (PMI) using LC-MS/MS. *Forensic Sci Int.* 2019;299:135-41. DOI: 10.1016/j.forsciint.2019.03.024.

22. Santos Júnior JC, Mollo Filho PC, Felice Guidugli RB, Eberlin MN, Pessôa Gde S, da Silva EG, et al. Metals and (metallo)proteins identification in vitreous humor focusing on post-mortem biochemistry. *Metallomics.* 2014;6(10):1801-7. DOI: 10.1039/c3mt00373f.

23. Гараздюк МС, Бачинський ВТ, Гараздюк ОІ, Ушенко ОГ. Використання спектрофотометричного методу дослідження спинномозкової рідини для судово-медичного визначення давності настання смерті. *Буковинський медичний вісник.* 2017;21(4):42-7.

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

25. Bachynskiy V, Garazdiuk M, Vanchuliak O, Bezhenar I, Garazdiuk O. Post mortem interval estimation: features of cerebrospinal fluid films autofluorescent laser polarimetry. *Fol Soc Med Leg Slov.* 2016;6(2):67-72.

26. Garazdyuk MS, Bachynskiy VT, Vanchulyak OY, Ushenko AG, Dubolazov OV, Gorsky MP. Polarization-phase images of liquor polycrystalline films in determining time of death. *Appl Opt.* 2016;55(12):67-71.

References

1. Botezatu GA, Teterchev VV, Unguryan SV. Diagnostika davnosti smerti v sudebnoy meditsine [Diagnostics of the prescription of death in forensic medicine]. Kishinev: Shtiintsa; 1987. 133 p. (in Russian).

2. Ol'khov's'kyi VO, Holubovych LL, Khyzhniak VV, Konoval NS, Dmytrenko YuO. Vyznachennia tryvalosti posmertnoho periodu v sudovo-medychnii ekspertnii praktytysi: suchasnyi stan i perspektvy [Determining the duration of the posthumous period in forensic expert practice: current status and prospects]. *Eksperymental'na i klinichna medytyna.* 2016;4:27-33. (in Ukrainian).

3. Hurov OM. Suchasnyi alhorytm sudovo-medychnoi diahnostryky davnosti nastannia smerti u rannii postmortalnyi period [Modern algorithm of forensic diagnosis of the age of death in the early postmortem period]. Kiev; 2017. 36 p. (in Ukrainian).

4. Knight B, editor. The estimation of the time since death in the early postmortem period. 2nd ed. London: Arnold; New York: Distributed in the USA by Oxford University Press; 2002. 271 p.

5. Ol'khov's'kyi VO, Holubovych LL, Tahaiev MM, Khyzhniak VV, Holubovych PL. Vyznachennia davnosti nastannia smerti [Determining the statute of limitations for death]. Kharkiv: Brovin OV; 2017. 167 p. (in Ukrainian).

6. Prikhod'ko AN, Lavrukova OS. K voprosu ob ispol'zovanii biologicheskikh ob'ektov dlya opredeleniya

davnosti nastupleniya smerti [On the question of using biological objects to determine the prescription of death]. *Uchenye zap. Petrozavod. gos. un-ta.* 2017;2:85-8. (in Russian).

7. Mardanly SG, Pervushin YuV, Ivanova VN. Spinnomozgovaya zhidkost', laboratornye metody issledovaniya i ikh kliniko-dagnosticheskoe znachenie [Cerebrospinal fluid, laboratory research methods and their clinical and diagnostic value]. *Elektrogorsk: ZAO "EKOLab";* 2011. 72 p. (in Russian).

8. Madea B. Is there recent progress in the estimation of the postmortem interval by means of thanatochemistry? *Forensic Sci Int.* 2005;151(2/3):139-49.

9. Madea B, Musshoff F. Postmortem biochemistry. *Forensic Sci Int.* 2007;165(2/3):165-71.

10. Wyler D, Marty W, Bar W. Correlation between the post-mortem cell content of cerebrospinal fluid and time of death. *Int J Legal Med.* 1994;106(4):194-9.

11. Harazdiuk MS, Bachynskiy VT, Vladkovska NI, Harazdiuk OI. Sudovo-medychna efektyvnist metodu tsytolohichnoho doslidzhennia tserebrospinalnoi ridyny dlia vyznachennia davnosti nastannia smerti [Forensic efficacy of the method of cytological examination of cerebrospinal fluid to determine the age of death]. *Bukovynskiy medychnyi visnyk.* 2017;21(3):22-8. (in Ukrainian).

12. Tse R, Garland J, Kesha K, Morrow P, Lam L, Elstub H, et al. Post mortem vitreous magnesium in adult population. *Forensic Sci Int.* 2018;284:46-52. DOI: 10.1016/j.forsciint.2017.12.038. Epub 2017 Dec 30. PMID: 29331840.

13. Xu XM, Gong ZQ, Sun YG. Study on the relationship between PMI and the concentration of magnesium and iron in the vitreous humor of rabbit after death. *Fa Yi Xue Za Zhi.* 2002;18(2):65-6.

14. Swain R, Kumar A, Sahoo J, Lakshmy R, Gupta SK, Bhardwaj DN, et al. Estimation of post-mortem interval: A comparison between cerebrospinal fluid and vitreous humour chemistry. *J Forensic Leg Med.* 2015;36:144-8. DOI: 10.1016/j.jflm.2015.09.017.

15. Madea B, Hermann N, Henssge C. Calcium concentration in vitreous humor – a means for determining time of death? *Beitr Gerichtl Med.* 1990;48:489-99.

16. Zilg B, Bernard S, Alkass K, Berg S, Druid H. A new model for the estimation of time of death from vitreous potassium levels corrected for age and temperature. *Forensic Sci Int.* 2015;254:158-66.

17. Foster SN, Smith PR, Biggs M, Ruttly GN, Hollingbury FE, Morley SR. Estimation of postmortem interval using vitreous potassium levels in cases of fatal road traffic collision. *Arch Med Sadowej Kryminol.* 2016;66(2):71-82.

18. Thierauf A, Musshoff F, Madea B. Post-mortem biochemical investigations of vitreous humor. *Forensic Sci Int.* 2009;192(1-3):78-82.

19. Tumram NK, Bardale RV, Dongre AP. Postmortem analysis of synovial fluid and vitreous humour for determination of death interval: A comparative study. *Forensic Sci Int.* 2011;204(1-3):186-90.

20. Bortolotti F, Pascali JP, Davis GG, Smith FP, Brissie RM, Tagliaro F. Study of vitreous potassium correlation with time since death in the postmortem range from 2 to 110 hours using capillary ion analysis. *Med Sci Law.* 2011;51 Suppl 1:S20-3.

21. Go A, Shim G, Park J, Hwang J, Nam M, Jeong H, et al. Analysis of hypoxanthine and lactic acid levels in vitreous humor for the estimation of post-mortem interval (PMI) using LC-MS/MS. *Forensic Sci Int.* 2019;299:135-41. DOI: 10.1016/j.forsciint.2019.03.024.

Огляд літератури

22. Santos Júnior JC, Mollo Filho PC, Felice Guidugli RB, Eberlin MN, Pessôa Gde S, da Silva EG, et al. Metals and (metallo)proteins identification in vitreous humor focusing on post-mortem biochemistry. *Metallomics*. 2014;6(10):1801-7. DOI: 10.1039/c3mt00373f.

23. Harazdiuk MS, Bachyns'kyi VT, Harazdiuk OI, Ushenko OH. Vykorystannia spektrofotometrychnoho metodu doslidzhennia spynnomozkovoi ridyny dlia sudovo-medychnoho vyznachennia davnosti nastannia smerti [The use of spectrophotometric method of examination of cerebrospinal fluid for forensic determination of the age of death]. *Bukovyns'kyi medychnyi visnyk*. 2017;21(4):42-7. (in

Ukrainian).

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

25. Bachynskiy V, Garazdiuk M, Vanchuliak O, Bezhenar I, Garazdiuk O. Post mortem interval estimation: features of cerebrospinal fluid films autofluorescent laser polarimetry. *Fol Soc Med Leg Slov*. 2016;6(2):67-72.

Garazdyuk MS, Bachynskiy VT, Vanchulyak OY, Ushenko AG, Dubolazov OV, Gorsky MP. Polarization-phase images of liquor polycrystalline films in determining time of death. *Appl Opt*. 2016;55(12):67-71.

Відомості про авторів

Савка Іван Григорович – д-р. мед. наук, професор кафедри судової медицини та медичного правознавства ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна.

Кривецький Віктор Васильович – д-р. мед. наук, професор, завідувач кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці, Україна.

Козань Наталія Миколаївна – д-р. мед. наук, професор, завідувач кафедри судової медицини та медичного права Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна.

Сведения об авторах

Савка Иван Григорьевич – д-р. мед. наук, профессор кафедры судебной медицины и медицинского правоправедения ВГУЗ Украины «Буковинский государственный медицинский университет», г. Черновцы, Украина.

Кривецкий Виктор Васильевич – д-р. мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека им. М.Г. Туркевича ВГУЗ Украины «Буковинский государственный медицинский университет», г. Черновцы, Украина.

Козань Наталья Николаевна – д-р. мед. наук, профессор, заведующий кафедрой судебной медицины и медицинского права Ивано-Франковского национального медицинского университета, г. Ивано-Франковск, Украина.

Information about the authors

Savka Ivan Hryhorovych – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Forensic Medicine and Medical Law of HSEE of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine.

Kryvetskyi Viktor Vasyliovych – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych of HSEE of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi, Ukraine.

Kozan Nataliia Mykolaivna – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Forensic Medicine and Medical Law, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine.

Надійшла до редакції 30.07.20

Рецензент – д.хім.н. Чорноус В.О.

© І.Г. Савка, В.В. Кривецький, Н.М. Козань, 2020