

ТЕОРЕТИЧНА МЕДИЦИНА

УДК 61:340.6:612.013:616-016.5

МАТРИЧНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН У ДІАГНОСТИЦІ ДАВНОСТІ СМЕРТІ

Бачинський В.Т.

Буковинський державний медичний університет, кафедра патологічної анатомії з курсом судової медицини, м. Чернівці

Резюме: механізми взаємодії лазерного випромінювання з шаром біологічної тканини описують за допомогою матриці Джонса. Поляриметричні характеристики біотканин ще не вивчені, а методики досліджень знаходяться на стадії розробок. У сучасній судово-медичній практиці існуючі методи діагностики не завжди дозволяють повноцінно та об'єктивно діагностувати давність настання смерті. Розробка та наступне використання сучасних оптичних систем та лазерних технологій дозволили б значно спростити та об'єктивізувати діагностику післясмертних змін у біотканинах трупа людини.

Ключові слова: лазер, біологічна тканина, матриця, судова медицина

Вступ. Одними з перших систематичних застосувань формалізму матриці Джонса в аналізі процесів розсіяння лазерного випромінювання біологічними об'єктами стали роботи ряду вчених [1-17].

В публікаціях деяких авторів [1-5] шляхом синтезу модельних уявлень про анізотропію біологічних тканин та Джонс-матричного підходу проаналізовано механізм перетворення станів поляризації об'єктного поля, як результат взаємодії когерентного оптичного випромінювання з двопроренезаломлюючою архітектонічною сіткою.

На цій основі вченими [6-17] вперше встановлено взаємозв'язок азимутів та еліптичностей поляризації лазерного поля з напрямками орієнтації та величиною двопроренезаломлення речовини фібрил (колаген, еластин, міозин, гідроксилапатит та ін.) кристалітних структур біологічних тканин різного фізіологічного походження.

Мета дослідження. Розширення можливостей лазерної діагностики оптико-геометричної будови біологічних кристалів основних типів (епітеліальна, м'язова і сполучна) тканин і органів людини на основі розробки нових методів матричного поляризаційно-фазового картографування двопроренезаломлюючих позаклітинних матриць для встановлення давності настання смерті.

Матеріали та методи. На прикладі м'язової тканини, тканини печінки, нирки, стінки товстої кишки, легеневої тканини, тканини мозку, дерми шкіри та тканини селезінки людини наведені результати по дослідженню можливостей визначення давності настання смерті (ДНС) шляхом часового моніторингу зміни координатних розподілів

величин четвертого елемента поляризаційної матриці. Такий вибір матричного елемента в першу чергу пов'язаний із тим, що він характеризує величину фазових зсувів, які вносить речовина біотканин (БТ) у поляризацію лазерного пучка. Самі ж фазові зсуви однозначно визначаються величиною оптичної анізотропії архітектонічної складової БТ [18].

На рис. 1 наведена серія двовимірних розподілів такого елемента та гістограм їх випадкових значень для м'язової тканини (серцевий м'яз), одержаних для різних значень ДНС:

- а) 1 год
- б) 24 год
- в) 48 год

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз одержаних результатів виявив високу часову чутливість фазового аналізу на основі матриці Джонса до процесів трупних змін м'язової тканини.

Це впливає з того, що порівняльний аналіз гістограм (рис. 1) відносних значень фазового елемента m_{22} показав, що його відносна величина, визначена для ДНС 1 год. у 50 разів вища за аналогічний параметр, визначений для ДНС 24 год. і в більш ніж у 100 разів більша за фазовий параметр, визначений для ДНС 48 год.

Часову динаміку зміни оптичної анізотропії ілюструє таблиця 1, де наведені статистично усереднені значення величини фазового елемента поляризаційної матриці, за даними дослідження 96 зразків.

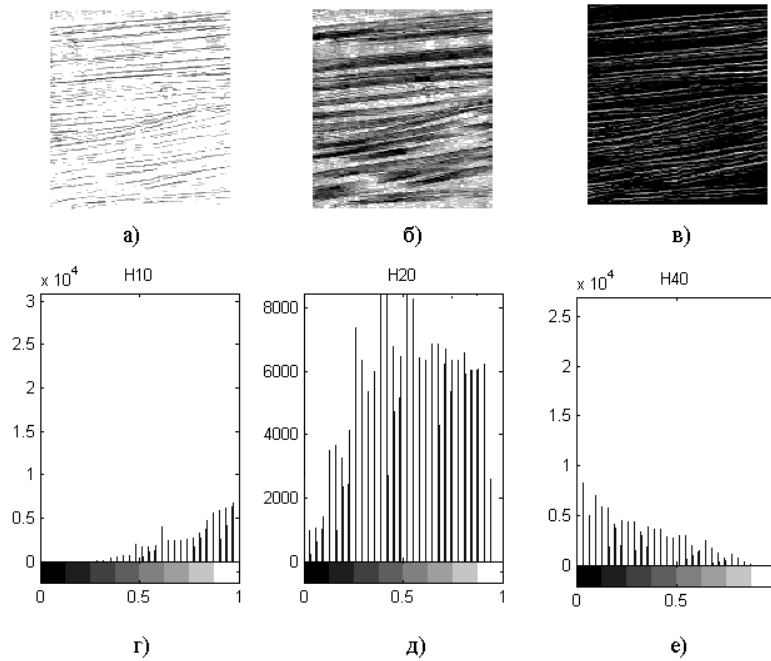


Рис. 1. Координатна (а, б, в) і статистична (г, д, е) структура фазового елемента поляризаційної матриці м'язової тканини

Таблиця 1

Часова динаміка зміни фазової анізотропії речовини м'язової тканини (серцевий м'яз)

ДНС, год	4	12	16	20	24	
Фазовий елемент, m_{22}	$0,85 \pm 0,05$	$0,69 \pm 0,03$	$0,53 \pm 0,03$	$0,44 \pm 0,035$	$0,37 \pm 0,018$	
ДНС, год	30	36	40	50	60	70
Фазовий елемент, m_{22}	$0,36 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,03$	$0,22 \pm 0,02$	$0,019 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,02$

На рис. 2 показані часові залежності зміни фазового матричного елемента m_{22} для мікроскопічних зображень гістологічних зрізів м'язової тканини трупа людини.

Даний матричний елемент являє собою аналог фазових властивостей речовини архітекtonіки біологічних тканин людини. Морфологічно це

пов'язано з концентрацією речовини оптично анізотропних протеїнових структур.

Трупні зміни після ДНС призводять до зміни такої концентрації, що може бути об'єктивно проаналізовано (виміряно) шляхом часового моніторингу величини фазового елемента m_{22} .

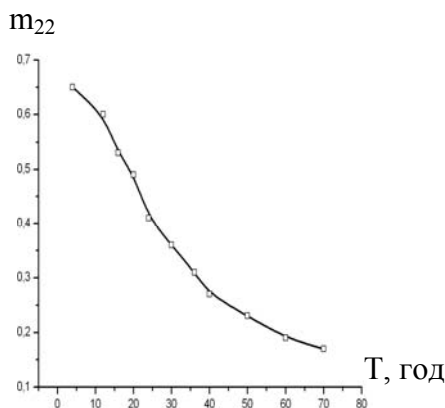


Рис. 2. Часова динаміка післясмертних змін поляризаційної структури зображень м'язової тканини

На рис. 3 наведена часова динаміка зміни координатних і статистичних розподілів фазового елемента m_{22} поляризаційної матриці Джонса, одержані для гістологічних зрізів тканин печінки і нирки відповідно.

Часовий моніторинг здійснювався для наступних ситуацій ДНС:

- а) 1 год

- б) 8 год
- в) 24 год

Такий вибір часового проміжку є достатнім для оцінювання процесу тропних змін такнини паренхіматозних органів та їх оптичних проявів, які вимірюються шляхом визначення величини фазового матричного елемента поляризаційної матриці.

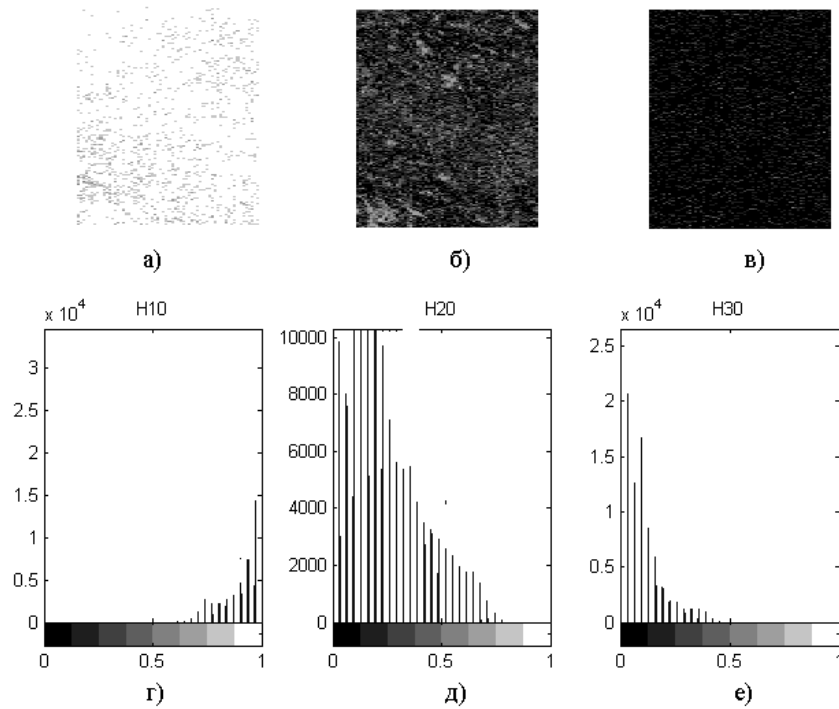


Рис. 3. Координатна (а, б, в) і статистична (г, д, е) структура фазового елемента m_{22} поляризаційної матриці Джонса тканини печінки

З аналізу гістограм розподілу фазового елемента m_{22} видно, що динамічний діапазон зменшення його величини складає один порядок величини на часовому інтервалі ДНС від 1 год до 24 год.

Графічно це ілюструє його часова залежність, наведена на рис. 3.

Таблиця 2 ілюструє практично подвійне розширення часового інтервалу діагностики ДНС шляхом матричного аналізу фазовозсуваючої здатності речовини тканини печінки.

Результати статистично усереднені за 99 зразками гістологічних зрізів.

Таблиця 2

Часова динаміка зміни елемента m_{22} тканини печінки (99 зразків)

T, год	1	4	6	8	10	12
Матричний елемент, m_{22}	$0,39 \pm 0,02$	$0,31 \pm 0,025$	$0,25 \pm 0,018$	$0,21 \pm 0,011$	$0,18 \pm 0,014$	$0,12 \pm 0,015$

T, год	14	16	18	20	24
Матричний елемент, m_{22}	$0,09 \pm 0,009$	$0,07 \pm 0,007$	$0,05 \pm 0,006$	$0,03 \pm 0,005$	$0,01 \pm 0,006$

На рис. 4 показано часову залежність зміни матричного елемента m_{22} для зображень тканини печінки.

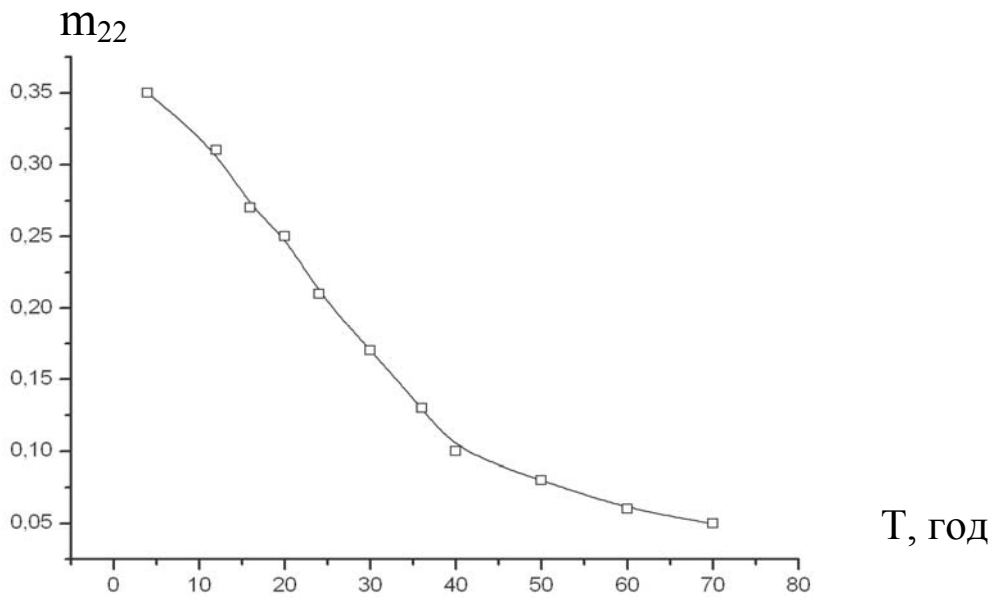


Рис. 4. Часова динаміка післясмертних змін поляризаційної структури зображень тканини печінки

Практично аналогічні дані одержані при матричному дослідженні часового моніторингу трупних змін тканини нирки (рис. 5).

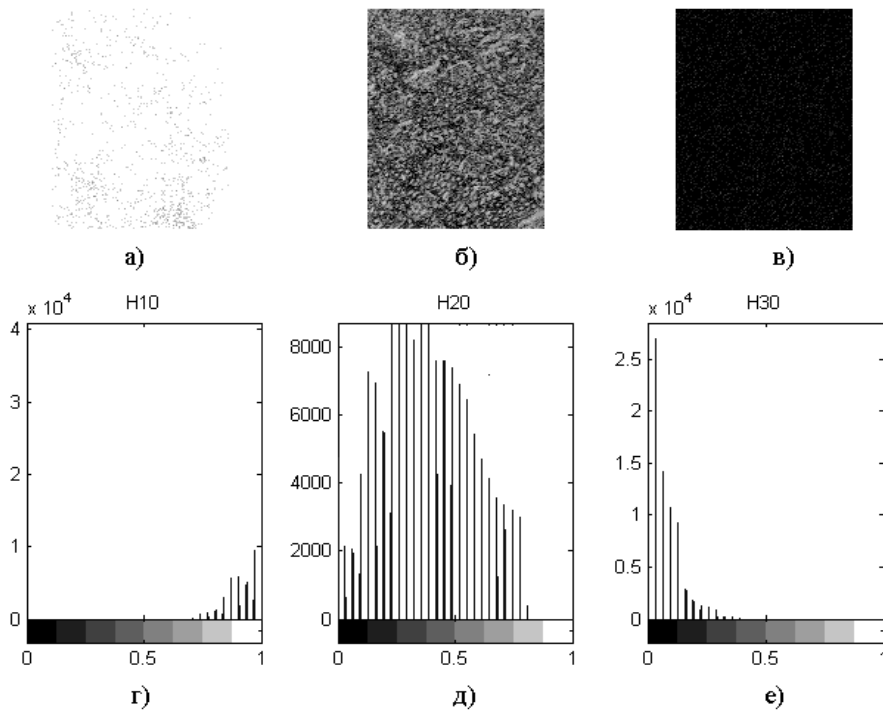


Рис. 5. Координатна (а, б, в) і статистична (г, д, е) структура фазового елемента m_{22} матриці Джонса тканини нирки.

Таблиця 3 ілюструє результати часової динаміки змін фазового елемента тканини нирки впродовж доби, статистично усереднені за 95 зразками гістологічних зрізів.

Таблиця 3

Часова динаміка зміни фазового елемента m_{22} тканини нирки (95 зразків)

ДНС,год	1	4	6	8	10	12
Фазовий елемент, m_{22}	0,45±0,035	0,41±0,031	0,37±0,029	0,35±0,03	0,31±0,027	0,27±0,019

ДНС,год	14	16	18	20	24
Фазовий елемент, m_{22}	0,23±0,016	0,21±0,015	0,18±0,011	0,16±0,009	0,13±0,006

На рис. 6 показано часову залежність зміни матричного елемента m_{22} для зображень тканини нирки.

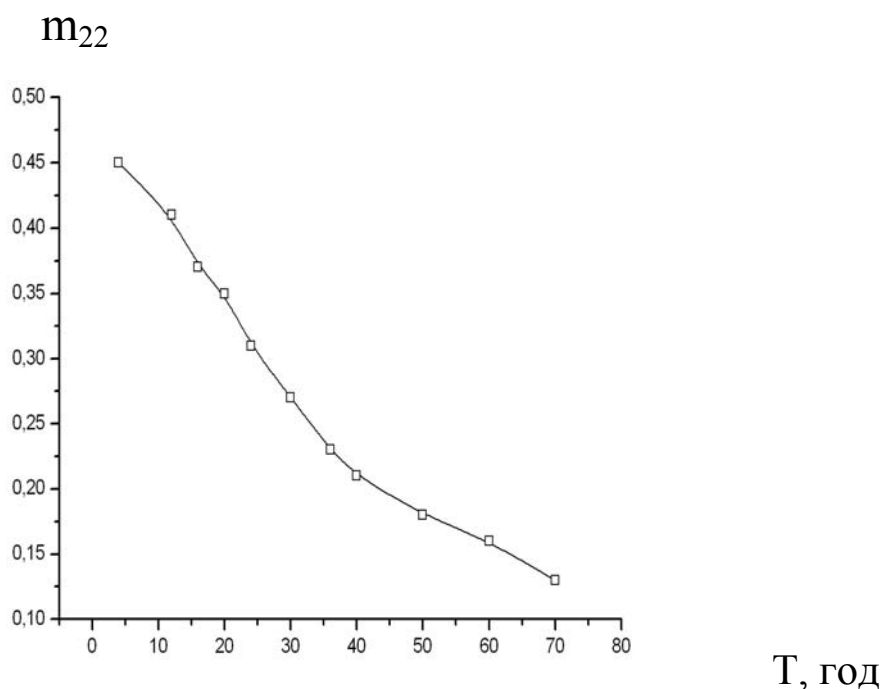


Рис. 6. Часова динаміка післясмертних змін поляризаційної структури зображень тканини нирки.

Результати статистичного аналізу часової динаміки зміни фазових параметрів післясмертних мікроскопічних зображень гістологічних зрізів інших типів біологічних тканин паренхіматозних органів трупа людини наведено в таблицях 4-7.

Таблиця 4

Часова динаміка зміни фазового елемента m_{22} легеневої тканини

ДНС,год	1	4	6	8	10	12
Фазовий елемент, m_{22}	0,39±0,025	0,31±0,011	0,26±0,018	0,21±0,016	0,17±0,017	0,14±0,015

ДНС,год	14	16	18	20	24
Фазовий елемент, m_{22}	0,11±0,013	0,08±0,012	0,05±0,01	0,03±0,007	0,02±0,004

Таблиця 5

Часова динаміка зміни фазового елемента m_{22} тканини стінки товстої кишки (98 зразків)

ДНС,год	1	4	6	8	10	12
Фазовий елемент, m_{22}	0,55±0,029	0,5±0,024	0,46±0,021	0,39±0,031	0,32±0,023	0,28±0,013

ДНС,год	14	16	18	20	24
Фазовий елемент, m_{22}	0,24±0,012	0,21±0,011	0,18±0,009	0,15±0,007	0,11±0,004

Таблиця 6

Часова динаміка зміни фазового елемента m_{22} тканини мозку (100 зразків)

ДНС,год	1	4	6	8	10	12
Фазовий елемент, m_{22}	0,74±0,043	0,62±0,029	0,45±0,037	0,31±0,032	0,22±0,021	0,13±0,014

ДНС,год	14	16	18	20	24
Фазовий елемент, m_{22}	0,09±0,008				

Таблиця 7

Часова динаміка зміни фазового елемента m_{22} тканини селезінки (96 зразків)

ДНС,год	1	4	6	8	10	12
Фазовий елемент, m_{22}	0,39±0,032	0,33±0,029	0,31±0,028	0,28±0,03	0,23±0,021	0,17±0,016

ДНС,год	14	16	18	20	24
Фазовий елемент, m_{22}	0,13±0,011	0,11±0,012	0,10±0,011	0,11±0,008	0,11±0,007

Ефективність матричного методу по визначенню ДНС шляхом моніторингу післясмертних змін мікроскопічних зображень структурованих тканин трупа людини ілюструють таблиці 8 – 9.

Таблиця 8

Часова динаміка зміни фазової анізотропії речовини м'язової тканини (поперечно-посмугований м'яз) (99 зразків)

ДНС,год	4	12	16	20	24
Матричний елемент, m_{22} ($S_1 \pm 2S_2$)	0,81±0,04	0,65±0,07	0,51±0,04	0,42±0,041	0,33±0,021

ДНС,год	30	36	40	50	60	70
Матричний елемент, m_{22} ($S_1 \pm 2S_2$)	0,26 ± 0,015	0,21 ± 0,023	0,18 ± 0,012	0,013 ± 0,014	0,11 ± 0,01	0,07 ± 0,012

Таблиця 9

Часова динаміка зміни фазової анізотропії речовини дерми шкіри (98 зразків)

ДНС, год	4	12	16	20	24
Матричний елемент, $m_{22}(S_1 \pm 2S_2)$	0,78±0,045	0,64±0,034	0,51±0,023	0,42±0,032	0,37±0,023

ДНС, год	30	36	40	50	60	70
Матричний елемент, $m_{22}(S_1 \pm 2S_2)$	0,32±0,012	0,24±0,018	0,19±0,016	0,16±0,013	0,12±0,012	0,08±0,022

Висновки та рекомендації застосування матричного методу у визначенні ДНС.

Таким чином, використання матричного методу, який вичерпно повно описує оптичну анізотро-

пію речовини різних типів БТ, дозволило розширити часові інтервали визначення ДНС, які наведені в таблиці.

Таблиця 10

Часові інтервали визначення давності настання смерті методом поляризаційної матриці

Біотканина	Період визначення ДНС, год
М'язова тканина (поперечно-смугастий м'яз)	1 – 70
М'язова тканина (серцевий м'яз)	1 – 70
Дерма шкіри	1 – 70
Печінка	1 – 26
Легенева тканина	1 – 27
Стінка товстої кишки	1 – 26
Селезінка	1 – 28
Нирка	1 – 27
Мозок	1 – 13

ЛІТЕРАТУРА

- Максимова І.Л., Тучин В.В., Шубочкин Л.П. Распространение света в анизотропных биологических объектах // Лазерные пучки. – Хабаровск: Изд-во Хабаровского политехн. ин-та, 1985. – С. 91-96.
- Максимова І.Л., Татаринцев С.Н., Шубочкин Л.П. Эффекты многократного рассеяния в биообъектах при лазерной диагностике // Опт. спектр. – 1992. – Т.72. – С.1171-1177.
- Приезжев А.В., Тучин В.В., Шубочкин Л.П. Лазерная диагностика в биологии и медицине. – М.: Наука, 1989. – 218с.
- Сидько Ф.Я., Лопатин В.Н., Парамонов Л.Е. Поляризационные характеристики взвесей биологических частиц. – Новосибирск: Наука СО, 1990. – 329с.
- Тучин В.В. Исследование биотканей методами светорассеяния // Успехи физ. наук. – 1997. – Т.167. – С.517-539.
- Тучин В.В. Лазеры и волоконная техника в биомедицинских исследованиях. – Саратов: Изд-тво Саратов. ун-та, 1998. – 384с.
- Letokhov V.S. Laser biology and medicine // Nature. – 1985. – Vol.316. – P.325-328.
- Bicout D., Brosseau C., Martinez A.S., Schmitt J.M. Depolarization of multiply scattering waves by spherical diffusers: influence of size parameter // Phys. Rev. E. – 1994. – Vol. 49. – P.1767-1770.
- Bronk B.V., van de Merwe W.P., Stanley M. In vivo measure of average bacterial cell size from a polarized light scattering function // Cytometry. – 1992. – Vol.13. – P.155-162.
- Church E.L., Jenkinson H.A., Zavada J.M. Relationship between surface scattering and microtopographic features // Opt. Eng. – 1979. – Vol.18. – P.125-136.
- R. Sayles, T.R. Thomas. Surface topography as a non-stationary random process // Nature. – 1978. – Vol.271. – P.431-434.
- Schmitt J.M., Gandjibakhche A.H., Bonnar R.F. Use of polarized light to discriminate short-photons in a multiply scattering medium // Appl. Opt. – 1992. – Vol. 31. – P.6535-6546.
- Selected papers on tissue optics: applications in medical diagnostics and therapy / Ed. V.V. Tuchin, Bellingham, SPIE, 1994. – Vol. 2100. – P. 137-139.
- Tuchin V.V., Maksimova I.L., Zimnyakov D.A., et al. Light propagation in tissues with controlled optical properties // Photon propagation in tissues II / Eds D.A. Benaron, B. Chance, G. Muller. Bellingham, SPIE. – 1996. – Vol. 2925. – P.118-142.
- Tuchin V.V. Lasers light scattering in biomedical diagnostics and therapy // J. Laser Appl. – 1993. – Vol. 5. – P.43-60.

16. Terstappen L.W.M.M., de Grooth B.G., Visscher K. et al. Four-parameter white blood cell differential counting based on light scattering measurements // *Cytometry*. – 1988. – Vol. 9. – P.39-43.
17. Ushenko A.G. Polarization structure of scattering laser fields // *Optical Engineering*. – 1995. – Vol.34, №4. – P.1088-1093.
18. Fine I., Loewinger E., Weinreb A., Winberger D. Optical properties of the sclera // *Phys. Med. Biol.* – 1985. – Vol.30. – P.565-571.

SUMMARY**MATRIX METHOD OF INVESTIGATING BIOLOGICAL TISSUES, WHEN DIAGNOSING THE PRESCRIPTION OF DEATH COMING****Bachynskyi V.T.**

Interaction mechanisms of laser radiation with the layer of a biological tissue are described by means of Jones's matrix. The polarimetric characteristics of biological tissues have not been studied yet and investigation methods are at the stage of exploratory development. The existing methods of diagnosis in present-day medicolegal practice do not always enable to diagnose the prescription of death coming entirely and objectively. The development and a subsequent use of modern optical systems and laser technologies would make it possible to simplify and objectivize considerably the diagnosis of postmortal changes in the biological tissues of a human corpse.

Key words: laser, biological tissue, matrix, forensic medicine

УДК 616-003.282+616.43:591.4+59.082

МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ОРГАНІВ НЕЙРОЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ САМОК ССАВЦІВ ПРИ ПАРЕНТЕРАЛЬНОМУ ВВЕДЕННІ КСЕНОГЕННОЇ СПИНОМОЗКОВОЇ РІДИНИ**Бессалова Є.Ю.**

Кримський державний медичний університет ім. С.І. Георгієвського, кафедра нормальної анатомії людини, м. Сімферополь

РЕЗЮМЕ: вивчено вплив ксеногенної спинномозкової рідини при її парентеральному введенні на органи нейроендокринної системи самок білих щурів на органному рівні дослідження за допомогою макроскопічного опису, морфометричних та статистичних методів. Встановлено, що завдяки наявності великої кількості біологічно активних речовин у складі спинномозкової рідини, її парентеральне введення викликає низку структурних та функціональних змін. Введення СМР впливає на процеси росту, показники фертильності, викликає затримку статевого дозрівання, зміни відносної маси головного мозку, органометричних показників гіпофізів, щитоподібної залози, яєчників залежать від віку зрілості піддослідних тварин та кратності введення ліквору.

Ключові слова: спинномозкова рідина, органи нейроендокринної системи, морфологія

Вступ. Спинномозкова рідина – це гуморальне середовище центральної нервової системи, яке забезпечує стан гомеостазу. Оптимальний фізико-хімічний склад спинномозкової рідини (СМР) є необхідною умовою для нормального функціонування мозку та організму в цілому [7, 8]. Фізіологічна активність СМР визначається наявністю широкого спектра біологічно активних речовин. У складі СМР виявлені гіпоталамічні рилізінг-фактори, гормони гіпофіза, гормони шишкоподібного тіла, периферичних ендокринних залоз, а також нейропептиди, нейромедіатори, гормони тимуса, фактори росту, простагландини, амінокислоти, вітаміни, лізоцим тощо [10, 11, 12, 13]. Вміст білка в СМР низький, її парентеральне введення не викликає імунопатологічних реакцій, міжвидової та індивідуальної імунологічної несумісності [7]. Низкою авторів встановлені різноманітні ефекти СМР при парентеральному введенні, вказана можлива перспектива використання її як основи лікарських засобів [4, 6, 7]. Препарати біогенного походження широко використовуються в різних галузях медицини, оскільки здатні здійснювати поліфункціональну дію на всіх рівнях нейрогуморальної регуляції, підсилювати захисні та адаптаційні

можливості організму. Нині активно вивчаються ефекти впливу ксеногенної спинномозкової рідини (КСМР) при парентеральному введенні на різні системи організму [4, 6]. Багаторічні дослідження Кримських морфологів дозволили виявити широкий спектр біологічних ефектів СМР. Особливе зацікавлення виявляють результати впливу КСМР на нейроендокринну систему. Водночас, зміни органів нейроендокринної системи ссавців при введенні КСМР не були предметом дослідження.

Мета дослідження – визначити зміни органів нейроендокринної системи самок білих щурів при парентеральному введенні КСМР. Завдання – визначити загальні закономірності впливу КСМР на динаміку морфологічних змін органів нейроендокринної системи на органному рівні дослідження в різні вікові періоди, визначити взаємозв'язок структурних змін з процесами росту та дозрівання.

Матеріали та методи. СМР отримували від лактуючих корів 4-6-річного віку через 2-3 тижні після отелення. Забір ліквору здійснювали методом субоципітальної пункції. Одержаний біологічний препарат, який використовували для подальших експериментальних досліджень, являє со-