

Conclusions:

1. Various portions of long tubular bones of the lower extremity have a number of structural-functional peculiarities. It is presented in macro- and micro-architecture of the bone and influences upon the resistance to external mechanical forces and morphological characteristics of fractures of these bones.

2. Three grouped hierarchical biomechanical modules have been found to be the most reasonable to apply in detection of mechanical and morphogenesis of fractures of low extremity long tubular bones: elasticity, stiffness and solidity including the most valuable diagnostic morphological signs grouped by the degree of their influence on destructive processes of the given bones.

Prospects of further studies. The prospects of future studies consists of further comprehensive examination of interrelations between the main structural components of the osseous tissue and regularities of formation of morphological signs in case of fractures of various bones of the human skeleton.

Key words: lower extremity, long tubular bones, fractures, morphological signs, biomechanics of trauma.

УДК: 340.6:616.832.9-008.8-091-073.55

МЕТОД ПРОСТОРОВО-ЧАСТОТНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ МАП ЗОБРАЖЕНЬ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК ЛІКВОРУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ

©Гараздюк М. С.

ВДНЗ «Буковинський державний медичний університет»
Кафедра судової медицини та медичного правознавства

Анотація. В останні роки розробляється багато нових методик по визначенню давності настання смерті (ДНС) і одними із перспективних є лазерні поляриметричні методи, які дозволяють із високою точністю та об'єктивністю дослідити біологічні тканини для різних інтервалів посмертного періоду.

Експериментальна частина містить результати дослідження часової динаміки посмертних змін біохімічної структури полікристалічних плівок ліквору шляхом визначення величини статистичних моментів 3-го і 4-го порядків, які характеризують координатні розподіли значень азимута поляризації просторово-частотно відфільтрованих зображень полікристалічної мережі біохімічних кристалів.

Шляхом узагальнення часових залежностей статистичних моментів 3-го і 4-го порядків поляризаційних мап великомасштабної та дрібномасштабної складових полікристалічних мереж плівок ліквору у межах статистично достовірних груп зразків визначено інтервали та точність установлення DNS.

Ключові слова: давність настання смерті, ліквор, лазерна поляриметрія.

ВСТУП. Питання визначення часу, що минув після настання смерті, було і залишається одним із найбільш актуальних та водночас і найбільш проблемних у судово-медичній практиці [4]. В останні роки розробляється багато нових методик по визначенню давності настання смерті (ДНС) і одними із перспективних є лазерні поляриметричні методи [1,3,9], які дозволяють із високою точністю та об'єктивністю дослідити біологічні тканини (БТ) для різних інтервалів посмертного періоду та встановити сукупність диференційних критеріїв для об'єктивної діагностики різних патологічних станів та визначення DNS за комплексом поляризаційних, матричних, статистичних та кореляційних параметрів лазерних зображень БТ різної морфологічної будови.

На даний час мало вивченими є можливості об'єктивного визначення DNS шляхом дослідження посмертних змін структури поляризаційно-неоднорідних зображень біологічних рідин людини.

Мета роботи: якомога точніше та об'єктивніше установити інтервал DNS шляхом статистичного аналізу динаміки посмертних змін координатних розподілів значень азимута поляризації (КРЗАП) зображень полікристалічних плівок ліквору (ППЛ), використавши метод двовірного стокс-поляриметричного просторово-частотного картографування різномасштабних складових біологічних шарів.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження є ППЛ, які забрані в 67 трупів (основна група дослідження) віком від 23-х до 91-го року з попередньо відомим часом настання смерті, що становив від 1 до 42 год, та 20 здорових добровольців (група порівняння). Відбір ліквору здійснювався методом субокципітальної пункції з великої потиличної цистерни у трупів та при спінальній анестезії при підготовці до оперативних втручань у здорових добровольців. До основної групи відбирали ліквор від трупів, що померли від серцево-судинної патології – 52 випадки (77,62%), від туберкульозу легень – 7 випадків (10,44%), від пухлин різних відділів шлунково-кишкового тракту – 8 випадків (11,94%). За часом, що минув після смерті, розподіл наступний: 1-7 год - 19 випадків (28,36%), 8-13 год – 16 випадків (23,88%), 14-20 год – 12 випадків (17,92%), 20-26 год – 10 випадків (14,92%), 20-26 год – 10 випадків (14,92%).

ППЛ формувалися в ідентичних умовах шляхом нанесення краплі на оптично однорідне скло. Утворена плівка висушувалася при кімнатній температурі ($t=22^{\circ}\text{C}$). Дослідження зразків проводилося в спеціальній лабораторії кафедри кореляційної оптики Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича, після чого проводили математичну обробку та аналіз отриманих поляризаційних зображень ППЛ з метою встановлення почасової динаміки посмертних змін ліквору.

Оптична схема та методика експериментальних досліджень

На рис. 1 представлена оптична схема лазерного стокс-поляриметра з просторово-частотною фільтрацією [7].

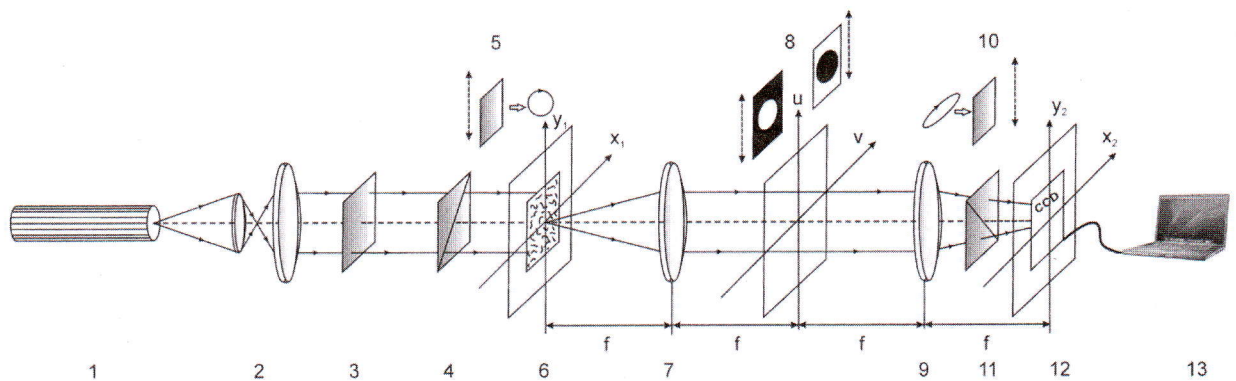


Рис. 1. Оптична схема стокс-поляриметра з використанням просторово-частотної фільтрації, де

1 – He-Ne лазер; 2 – коліматор; 3 – стаціонарна чвертьхвильова плівка; 5, 10 – механічно рухомі чвертьхвильові плівки; 4, 11 – поляризатор та аналізатор відповідно; 6 – ППЛ; 7, 9 – поляризаційні мікрооб’єктиви; 8 – низькочастотний та високочастотний фільтри-діафрагми, 12 – CCD камера; 13 – персональний комп’ютер

Опромінення зразка 6 проводилося паралельним ($\varnothing = 10^4$ мкм) пучком світла He-Ne лазера (λ мкм, потужність $W=5\text{мВт}$). Поляризаційний освітлювач складається з чвертьхвильових плівок 3, 5 та поляризатора 4. Зразки ППЛ 6 розміщувалися у фокальній площині поляризаційного мікрооб’єктива 7 (Nikon CFI Achromat P, фокусна відстань – 30мм, апертура – 0.1, збільшення – 4x). У задній фокальній площині мікрооб’єктива 7 розміщувався просторово-частотний (низькочастотний або високочастотний) фільтр-діафрагма 8. Поляризаційний мікрооб’єктив 9 (Nikon CFI Achromat P, фокусна відстань – 30мм, апертура – 0.1, збільшення – 4x) встановлювався на фокусній відстані від частотної площини об’єктива 7, та реалізовував зворотнє фур’є-перетворення просторово-частотно відфільтрованого поля лазерного випромінювання.

Координатний розподіл інтенсивності такого поля реєструвався в площині світлочутливої CCD-камери 12 (The Imaging Source DMK 41AU02.AS, monochrome 1/2" CCD, Sony ICX205AL (progressive scan); роздільна здатність – 1280x960; розмір світлочутливої площинки – 7600x6200мкм; чутливість – 0.05 lx; динамічний діапазон – 8 bit), яка знаходилася на фокальній відстані від поляризаційного мікрооб’єктива 9.

Отже, головними інформаційними об’єктами для сукупності оптико-фізичних методів діагностики давності настання смерті у даній роботі є сукупність безпосередньо вимірних КРЗАП параметрів α_{ik} ($m \times n$) просторово-частотно відфільтрованих поляризаційних мап $F(\alpha_{ik})$ ($m \times n$) ППЛ:

$$F(\alpha_{ik} (m \times n)) = F \left(\begin{pmatrix} (\alpha_{ik})_{11} & \dots & (\alpha_{ik})_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\alpha_{ik})_{m1} & \dots & (\alpha_{ik})_{mn} \end{pmatrix} \right). \quad (1)$$

Як основний аналітичний інструмент для оцінювання КРЗАП різномасштабних складових ППЛ (у подальшому $q(m \times n)$) використовувалися статистичні моменти (СМ) першого (Z_1), другого (Z_2), третього (Z_3) і четвертого (Z_4) порядків, які обчислювалися за такими алгоритмами [6-9]:

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N q_j; \\
 Z_2 &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (q^2)_j}; \\
 Z_3 &= \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (q^3)_j; \\
 Z_4 &= \frac{1}{Z_2^4} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (q^4)_j,
 \end{aligned} \tag{2}$$

де N - кількість пікселів світлочутливої площадки CCD-камери.

Вимірювання параметрів вектора Стокса ППЛ здійснювалося наступним чином.

Світлочутлива площадка цифрової камери 10 (рис. 1) складається з $N = m \times n$ пікселів, що дозволяє

проводити одночасне вимірювання двовимірного масиву інтенсивності $\begin{pmatrix} I_{11} & \dots & I_{1n} \\ & I_{jk} & \\ I_{m1} & \dots & I_{mn} \end{pmatrix}$ площині (X, Y)

зображення ППЛ. У межах кожного окремого jk -го пікселя зображення ППЛ можна визначити величину вектора Стокса S шляхом проведення шести вимірювань інтенсивності за таких умов поляризаційної фільтрації:

- Орієнтують площину пропускання поляризатора – аналізатора 9 (рис. 1) під кутом $\Theta = 0^\circ$ і вимірюють розподіл інтенсивності $I_0 (m \times n)$ лазерних зображень для вибірки
- Повертаємо площину пропускання поляризатора на кут $\Theta = 90^\circ$ і вимірюємо координатний розподіл значень інтенсивності $I_{90} (m \times n)$.

На основі визначення вектора Стокса S [6] знаходимо його перший S_1 і другий S_2 параметри

$$S_1 = I_0 + I_{90}; \tag{3}$$

$$S_2 = I_0 - I_{90}; \tag{4}$$

- Орієнтуємо площину пропускання поляризатора під кутом $\Theta = 45^\circ$ і вимірюємо координатний розподіл $I_{45} (m \times n)$.

Повертаємо площину пропускання поляризатора на кут $\Theta = 135^\circ$ і вимірюємо координатний розподіл значень інтенсивності $I_{135} (m \times n)$

- Обчислюємо третій S_3 параметр вектора Стокса

$$S_3 = I_{45} - I_{135}; \tag{5}$$

Для вимірювання четвертого параметра вектора Стокса S_4 встановлюємо чвертьхвильову пластинку 8 (рис. 1); орієнтуємо її вісь найбільшої швидкості під кутом 0° ; площину пропускання поляризатора 9 орієнтуємо під кутом $\Theta = 45^\circ$ та вимірюємо координатний розподіл значень інтенсивності правоциркулярно поляризованого випромінювання $I_{\otimes} (m \times n)$

- Орієнтуємо площину пропускання поляризатора відносно напрямку осі найбільшої швидкості чвертьхвильової пластинки під кутом $\Theta = 135^\circ$ і вимірюємо розподіл значень інтенсивності лівоциркулярно поляризованого випромінювання $I_{\oplus} (m \times n)$
- Визначаємо координатний розподіл 4-го параметра

$$S_4 = I_{\otimes} + I_{\oplus} \tag{6}$$

Одержавши двовірні розподіли значень CM вектора Стокса $S_{i=1,2,3,4} (m \times n)$ розраховуються КРЗАП α зображення досліджуваного шару ліквору за наступним співвідношенням

$$\alpha(m \times n) = 0,5 \arctg \frac{S_3(m \times n)}{S_2(m \times n)}; \tag{7}$$

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.

1. Двомірне стокс-поляриметричне картографування азимута поляризації зображень ППЛ із великомасштабною просторово-частотною фільтрацією.

На серії рис. 2 і рис. 3 приведено приклади результатів часового поляризаційного картографування значень азимута зображень ліквору за умов просторово-частотної фільтрації з метою виділення оптичних проявів великомасштабної складової двопротенезаломлюючих полікристалічних мереж.

З аналізу даних двомірного картографування, одержаних у розташуванні стокс-поляриметра з просторово-частотною фільтрацією поляризаційно-неоднорідних зображень ППЛ видно наявність просторово-орієнтованих голчастих мереж у різні часи спостереження після настання смерті (рис. 2 і рис. 3, ліві частини).

Кількісно даний факт ілюструють значні зміни розкиду випадкових КРЗАП у гістограмах розподілу цього параметру (рис. 2, рис. 3, праві частини).

Аналіз часових змін структури поляризаційних мап азимутів виявив, що із збільшенням ДНС двопротенезаломлення голчастих оптично анізотропних мереж, які формують еліптично поляризовані хвилі з різними нахилами площини поляризації лазерного випромінювання, суттєво зменшується. Це впливає із співставлення гістограм розподілу випадкових значень азимута поляризації великомасштабних складових зображень ППЛ. Як видно, діапазон розкиду значно зменшується - практично у 2 рази (рис. 2, рис. 3, праві частини) за 6 годин після настання смерті.

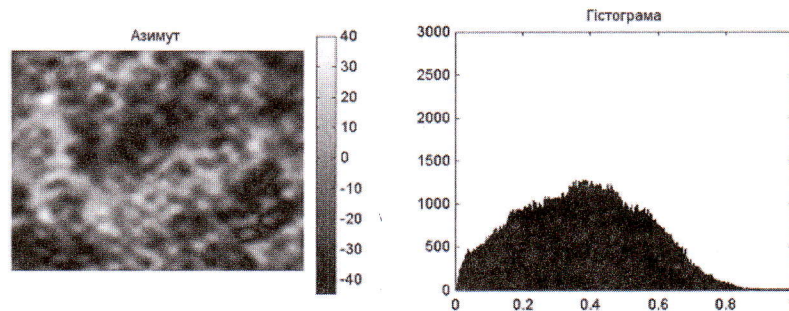


Рис. 2. Координатна структура (ліва частина) та гістограма розподілу (права частина) випадкових КРЗАП зображення великомасштабної складової ППЛ. ДНС 1 год.

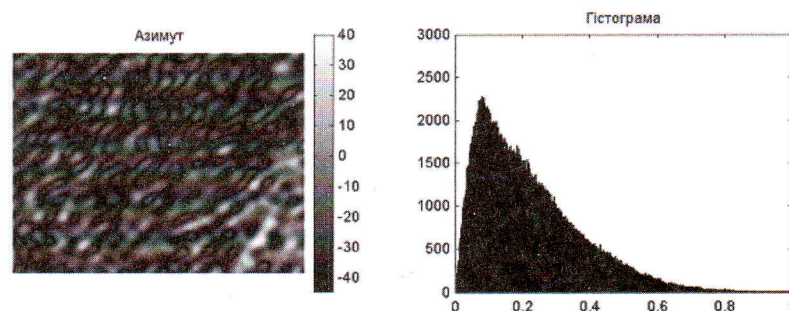


Рис. 3. Координатна структура (ліва частина) та гістограма розподілу (права частина) випадкових КРЗАП зображення великомасштабної складової ППЛ. ДНС 12 год.

Дегенеративні зміни полікристалічної структури ліквору виявляються у руйнації високомолекулярних білкових комплексів, які володіють високим рівнем просторової орієнтації і відповідно значним двопротенезаломленням, до середньо- та низькомолекулярних структур з меншим рівнем оптичної анізотропії. Так, Finehout E.J. зі співавторами [5] дослідивши 54 типи білка різних функціональних груп довели зниження рівня білків у лікворі живих осіб та зв'язок між зниженням кількості білка та часом, що пройшов після смерті у 14 із досліджуваних типів білків. Ці ж процеси описує у своїх працях по визначенню «середніх молекул» (молекулярна маса 500-2000 дальтон (Д)) А.В. Єрмаков [2]. Він довів, що показники рівня середньомолекулярних сполук як продуктів перетворення білків у лікворі осіб, померлих від отруєння наркотичними речовинами і від хвороб системи кровообігу, поступово збільшуються залежно від часу настання смерті, що може бути використано для визначення ДНС.

Кількісно дегенеративні зміни полікристалічної структури ліквору виявляються у зменшенні середнього та дисперсії, що характеризують розподіли випадкових КРЗАП зображень ППЛ зі збільшенням часу спостереження після настання смерті. СМ вищих порядків (асиметрія та ексцес) таких поляризаційно-неоднорідних зображень, навпаки, повинні зростати. У результаті часового моніторингу посмертних змін поляризаційних мап зображень ППЛ найбільш динамічно змінюються СМ 3-го і 4-го порядків, які характеризують асиметрію та ексцес (гостроту піку) розподілу випадкових значень азимута поляризації – таблиця 1, рис. 4.

Часові залежності величини СМ 3-го – 4-го порядків, які характеризують КРЗАП зображення великомасштабної складової ППЛ труп людини

T, год	1	7	13	20	26	32
Z_3	0,86± 0,065	1,03± 0,083	1,2± 0,096	1,37± 1,11	1,54± 1,12	1,71± 0,14
Z_4	0,83± 0,061	1,02± 0,082	1,18± 0,094	1,34± 0,11	1,51± 0,12	1,68± 0,14

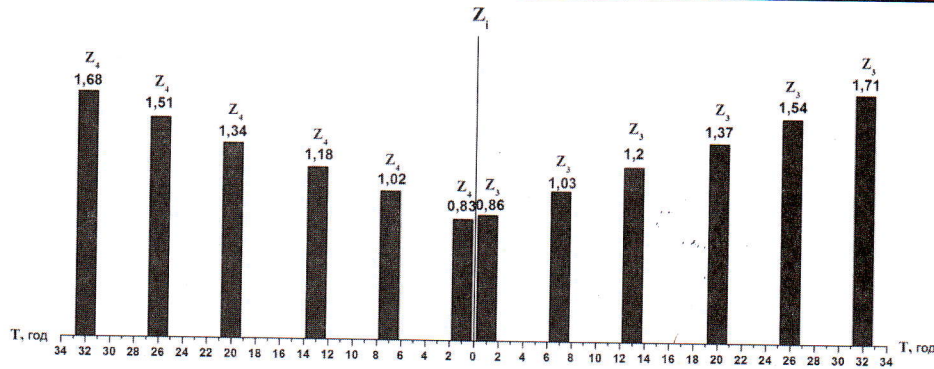


Рис. 4. Часові залежності величини СМ 3-го – 4-го порядків, які характеризують КРЗАП зображення великомасштабної складової ППЛ труп людини

З даних часового моніторингу зміни статистичної структури розподілів значень азимутів фур'є перетворених великомасштабних полікристалічних мереж зображень ППЛ впливає інтервал визначення ДНС, що складає $T=30$ год.

2. Двомірне стокс-поляриметричне картографування азимута поляризації зображень ППЛ із дрібно-масштабною просторово-частотною фільтрацією.

Результати дослідження можливостей визначення ДНС шляхом застосування високочастотної просторово-частотної фільтрації, що забезпечує безпосередній статистичний аналіз оптичних проявів дрібномасштабних молекулярних структур наведено на серії рис. 4 і рис. 5.

З фундаментальної точки зору, одержані дані несуть більш детальну інформацію про посмертні біохімічні зміни ліквору на концентраційному, або первинному рівні його полікристалічної структури. Тому, виходячи з цього, чутливість визначення ДНС за таких умов повинна бути максимальною.

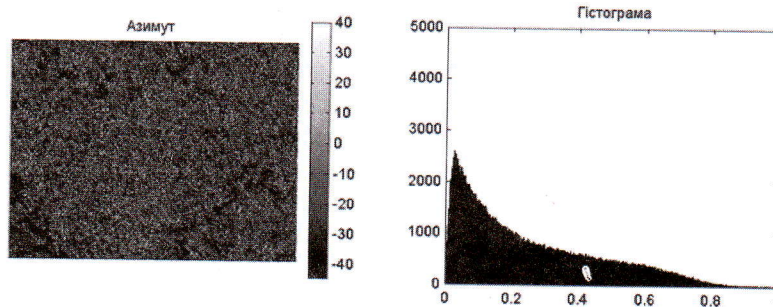


Рис. 5. Координатна структура (ліва частина) та гістограма розподілу (права частина) КРЗАП зображення дрібномасштабної складової ППЛ. ДНС 1 год.

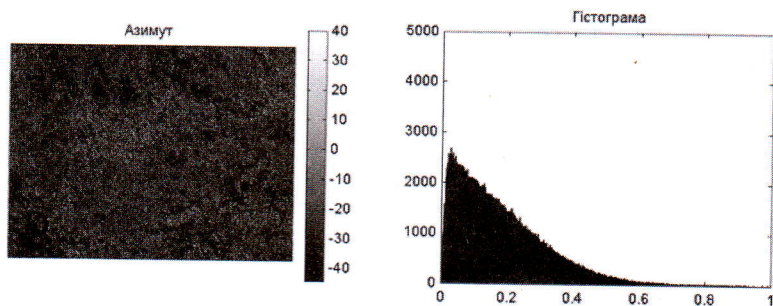


Рис. 6. Координатна структура (ліва частина) та гістограма розподілу (права частина) випадкових КРЗАП зображення дрібномасштабної складової ППЛ. ДНС 12 год.

З порівняльного аналізу даних двовірного стокс-поляриметричного картографування з високо- та низько- частотною просторово-частотною фільтрацією зображень ППЛ впливає більша чутливість даних про оптичні прояви дрібномасштабних полікристалічних мереж у різні часи спостереження після настання смерті (рис. 5 і рис. 6, ліві частини).

Як видно, поляризаційні мапи оптично активних молекулярних сполук, які обертають площину поляризації лазерного випромінювання, являють собою сукупність дрібномасштабних зон (поляризаційних доменів), кількість яких суттєво зменшується із збільшенням ДНС. Кількісно даний факт ілюструють значні зміни (зменшення у 4 рази) півширини розкиду випадкових значень азимута поляризації у гістограмах розподілу цього параметру (рис. 5, рис. 6, праві частини) за 6 годин після настання смерті.

Виявлені процеси деградації полікристалічної структури плівки ліквору можна пов'язати зі зменшенням концентрації та розпадом хіральных молекулярних комплексів (доказова база-див. вище).

У таблиці 2 та на рис. 7 представлені результати обчислень величини СМ 3-го і 4-го порядків, які характеризують КРЗАП дрібномасштабної складової зображень полікристалічних мереж глобуліну, глюкози плівок ліквору, ДНС - 14 годин.

Таблиця 2

Часові залежності величини СМ 3-го – 4-го порядків, які характеризують КРЗАП зображення дрібномасштабної складової ППЛ трупа людини

T , год.	1	3	5	7	10	14
Z_3	$1,09 \pm 0,085$	$1,26 \pm 0,105$	$1,43 \pm 0,11$	$1,6 \pm 0,12$	$1,77 \pm 0,14$	$1,94 \pm 0,16$
Z_4	$1,06 \pm 0,086$	$1,23 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,11$	$1,57 \pm 0,12$	$1,74 \pm 0,14$	$1,91 \pm 0,16$

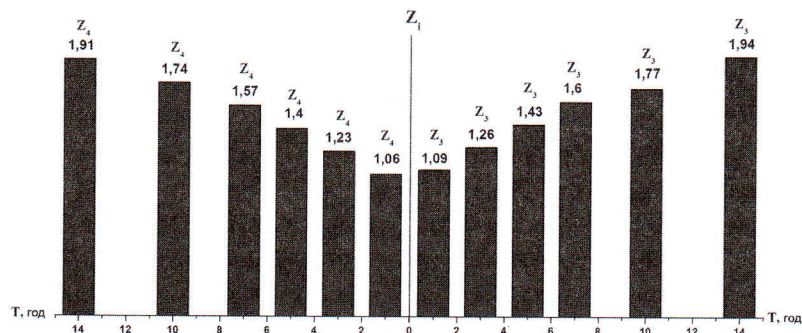


Рис. 7. Часові залежності величини СМ 3-го – 4-го порядків, які характеризують КРЗАП зображення дрібномасштабної складової ППЛ трупа людини.

Встановлено, що найбільш виразно та динамічно часові зміни координатної структури поляризаційних мап значень азимутів за умов прямого та зворотного фур'є перетворення зображень оптично активних складових полікристалічних мереж плівок ліквору виявляються у зміни значень СМ 3-го порядку складає 1,85 рази; діапазон зміни значень СМ 4-го порядку складає 1,9 рази.

Порівняльний аналіз із даними великомасштабних зображень виявив зменшення інтервалу визначення ДНС за рахунок більш стрімкого спадання значень СМ 3-го і 4-го порядків $T=14$ год.

Аналітичний алгоритм визначення точності ДНС

Схему аналітичного визначення ДНС ілюструє рис. 8.

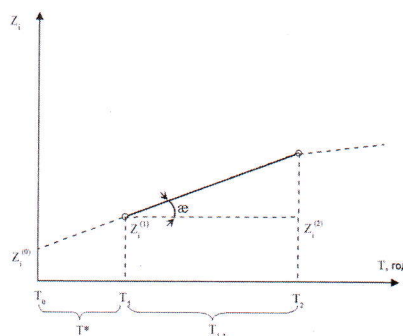


Рис. 8. До аналізу алгоритму аналітичного визначення ДНС

. Тут: T_1 - час початку вимірювань показника $Z_i^{(1)}$; T_2 - час завершення вимірювань показника $Z_i^{(2)}$ на етапі "стабілізації" зміни його величини ($Z_i^{(2)}(T) \approx const$);

T_0 - час настання смері; ξ - кут нахилу інформаційної залежності $Z_i(T)$.

З аналізу модельної схеми, що наведена на рис. 8, можна одержати наступні співвідношення для визначення ДНС

$$tg\xi = \frac{Z_i^{(1)} - Z_i^{(2)}}{T_2 - T_1} = \frac{\Delta Z_i^{(1,2)}}{\Delta T_{12}} \quad (8)$$

Використовуючи співвідношення (8), одержимо вираз для визначення ДНС

$$T^* = Z_i^{(0)} \frac{\Delta T_{12}}{\Delta Z_i^{(1,2)}} \quad (9)$$

Тут $Z_i^{(0)}$ - значення об'єктивного параметру, визначене шляхом прижиттєвого забору ліквору у донора (таблиця 2).

Таблиця 3

СМ 3-го і 4-го порядків, які характеризують мапи азимута поляризації зображень прижиттєво одержаних ШПЛ

Z_i^0	α^*	α^{**}
Z_3^0	0,57±0,039	0,48±0,031
Z_4^0	0,44±0,034	0,39±0,028

Установлені наступні інтервали і точність визначення ДНС приведені у таблиці 3.

ВИСНОВКИ

1. Апробовано методику двомірного стокс-поляриметричного картографування розподілів азимута поляризації з просторово-частотною фільтрацією зображень плівок ліквору у часовому моніторингу посмертних змін оптичних проявів полікристалічних мереж з метою визначення давності настання смері.

Таблиця 4

Інтервали та точність визначення ДНС методом картографування азимутів поляризації зображень ШПЛ

Параметри	Інтервал визначення ДНС, T	Точність визначення ДНС, ΔT
Розподіл азимутів поляризації великомасштабної складової мікроскопічного зображення	30 год.	80 хв.
Розподіл азимутів поляризації дрібномасштабної складової мікроскопічного зображення	14 год.	30 хв.

2. Установлено інтервал $T=30$ год. і точність визначення ДНС $\Delta T = 80$ хв. методом двомірного стокс-поляриметричного картографування розподілів азимута поляризації великомасштабної складової зображень плівок ліквору.

3. Установлено інтервал $T=14$ год. і точність визначення ДНС $\Delta T = 30$ хв. методом двомірного стокс-поляриметричного картографування розподілів азимута поляризації дрібномасштабної складової зображень плівок ліквору.

4. Досліджено динаміку посмертних змін величини статистичних моментів 1-го – 4-го порядків, які характеризують розподіли значень азимута поляризації різномасштабних складових мікроскопічних зображень полікристалічних плівок.

5. Виявлено найбільш чутливі до посмертних змін оптичних проявів полікристалічних мереж ліквору – статистичні моменти 3-го і 4-го порядків, які характеризують асиметрію та ексцес (гостроту піку) розподілів

значень азимута поляризації різномасштабних складових мікроскопічних зображень полікристалічних плівок ліквору.

Перспектива подальших досліджень.

Біофізичні методи дослідження, будучи на сьогодні порівняно мало вивченими, є перспективними, інформативними, порівняно простими і недорогими при їх використанні у практиці бюро судово – медичної експертизи та роботі судово-слідчих органів.

Література

1. **Ванчуляк О.Я.** Застосування поляризаційного методу для аналізу пошкоджень біотканин / Ванчуляк О. Я., Ушенко О.Г., Беженар І.Л. // Буковинський медичний вісник. – 2004. – Т.8, №3-4. – С.300-301.
2. **Ермаков А. В.** Изменения уровня средномолекулярных соединений в ликворе в зависимости от времени наступления смерти / А. В. Ермаков // Проблемы экспертизы в медицине. – 2004. - № 4 (16). – Т.4. Ижевск. – С. 25 – 26.
3. **Основи лазерної поляриметрії біологічних рідин** / за ред. О.Г. Ушенко, Т.М. Бойчука та ін. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 656 с. ISBN 978-966-423-189-0
4. **Бачинський В.Т.** Актуальність дослідження ліквору в судово-медичній практиці / В.Т. Бачинський, О.Я. Ванчуляк, М.С. Гараздук, О.І. Гараздук, О.Г. Паливода // Судово-медична експертиза. – 2015. – №. 2. – С. 28-34.
5. **Finehout E.J.** Proteomic analysis of cerebrospinal fluid changes related to postmortem interval / E.J. Finehout, Z. Franck, N. Relkin [et al.] // Clin Chem. - 2006. - Vol. 52. № 10. — P. 1906-1913.
6. **Mueller-matrix** diagnostics of optical properties inherent to polycrystalline networks of human blood plasma / Yu.A. Ushenko, A.V. Olar, A.V. Dubolazov [et al.] // Semicond. Physics, Quantum Electronics&Optoelectronics, 14(1), 98-105, 2011.
7. **Phase-polarizing** investigation of biotissue fractal structure / A.G. Ushenko, D.M. Burkovets, S.V. Yermolenko [et al] // Proc. SPIE. – 1999. – Vol. 3904. – P. 549-552.
8. **Statistical and Fractal Processing of Phase Images of Human Biological Fluids** / Yu.O. Ushenko, Yu.Ya. Tomka, Yu.I. Marchuk, V.O. Balanetcka // Advances in Electrical and Computer Engineering, vol. 10, no. 4, pp. 161-166, 2010.
9. **Ushenko V.O.** Polarization correlometry of polycrystalline films of human liquids in problems of forensic medicine / V. O. Ushenko, O. V. Olar, Yu. O. Ushenko, M. P. Gorsky, I. V. Soltys // Proc. SPIE 9809, Twelfth International Conference on Correlation Optics, 98091B (November 30, 2015), doi:10.1117/12.2228997.

МЕТОД ПРОСТРАНСТВЕННО-ЧАСТОТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ КАРТ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЁНОК ЛИКВОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ

Гараздук М. С.

Аннотация. В последние годы разрабатывается много новых методик по определению давности наступления смерти (ДНС) и одними из перспективных являются лазерные поляриметрические методы, которые позволяют с высокой точностью и объективностью исследовать биологические ткани для различных интервалов посмертного периода.

Экспериментальная часть содержит результаты исследования временной динамики посмертных изменений биохимической структуры поликристаллических плёнок ликвора путем определения величины статистических моментов 3-го и 4-го порядков, которые характеризуют координатные распределения значений азимута поляризации пространственно-частотно отфильтрованных изображений поликристаллического сети биохимических кристаллов. Путем обобщения временных зависимостей статистических моментов 3-го и 4-го порядков поляризационных карт крупномасштабной и мелкомасштабной составляющих поликристаллических сетей плёнок ликвора в пределах статистически достоверных групп образцов определены интервалы и точность установления ДНС.

Ключевые слова: давность наступления смерти, ликвор, лазерная поляриметрия.

TIME SINCE DEATH ESTIMATION BY THE METHOD OF THE THREE-DIMENSIONAL-FREQUENCY POLARIZING MAPPING FILTERING OF POLYCRYSTALLINE CEREBRO-SPINAL FLUID FILMS IMAGES

M. S. Garazdiuk

There are many new methods were researched in recent years for time since death estimation and laser polarimetric techniques are one of the most perspective of them. They have demonstrated the high accuracy and objectivity of biological tissue investigation for various intervals of post-mortem period.

The purpose of the work. The post-mortem interval establishment by statistical analysis of the dynamics changes of coordinate distributions of values polarization azimuth (PA) of the polycrystalline films of liquor (PFL) using the three-dimensional-frequency filtering method of biological multiscale layers investigation.

Materials and methods. Objects of investigation are PFL, taken in 67 corpses with accurately known time of death and 6 healthy volunteers. Coordinate distributions of PA image values were estimated for each sample of PFL in the optical arrangement of the Stokes polarimeter using the two-dimensional distributions of Stokes-parameters measurement. The value of statistical points of the 1 - 4 th order was performed for each two-dimensional distribution of PFL images PE values. Statistical processing of the calculated values of set of points that characterize the PA distributions within representative sampling was carry out. The depending on the time change of the most sensitive points of statistical values were built to achieve values stabilization.

Results and conclusions. Optimal interval in 30 hours and the accuracy of the time since death determination 80 min for the large-scale component of polycrystalline films of liquor and optimal interval in 14 hours and the accuracy of the time since death determination 30 min for the small -scale component of polycrystalline films of liquor were established by the method of two-dimensional Stokes-polarimetric mapping of liquor images polarization azimuth values distribution.

Key words: post – mortem interval, cerebro-spinal fluid, lazer polarimetry.

УДК 616-06:616-079.66:122:167.7

МОЖЛИВОСТІ ОБ'ЄКТИВІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ТРАВМ ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЕВОЇ ДІЛЯНКИ

©Брехлічук П. П.¹, Костенко Є. Я.², Гончарук-Хомин М. Ю.³

Кафедра хірургічної стоматології, щелепно-лицевої хірургії та онкостоматології, стоматологічний факультет, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»¹

Кафедра ортопедичної стоматології стоматологічний факультет, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»²

Науково-навчальний центру судової стоматології стоматологічний факультет, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»³

Резюме. Згідно даних досліджень різних років поширеність травм щелепно-лицевої ділянки при дорожньо-транспортних пригодах варіює від 17% до 94%. Більшість постраждалих у ДТП з травмами щелепно-лицевої області мають комбіновану травму (61%), і менше половини – ізольовану. З метою адекватної реабілітації хворих після ДТП з травмами зубо-щелепового апарату проводиться комплексне медичне лікування, яке у 77% випадків носить характер хірургічного ятрогенного втручання. Однак, в ході проведеного аналізу існуючих методик оцінки ушкоджень щелепно-лицевої ділянки було встановлено, що у більшості таких підходів не враховуються функціональні порушення зубо-щелепового апарату, що виникають в результаті ураження, відповідно факт реєстрації травми, як і прогноз реабілітації в подібних випадках базується лиш на анатомічному критерії, який не завжди забезпечує відповідний рівень об'єктивності в ході оцінки наслідків дорожньо-транспортних пригод. Найбільш перспективний алгоритм оцінки важкості травм максило-фацилярної області з врахуванням параметрів анатомічних та функціональних порушень за системою MFISS обмежений відсутністю уніфікованого підходу до діагностики різних видів травм зубо-щелепового апарату, особливостями механізму формування переломів ЩЛД в результаті ДТП, прив'язаністю до критеріїв AIS-90 як базового параметру оцінки, та помилками верифікації патологічних змін стоматологічного статусу ще на етапі первинної діагностики потерпілих, відтак пошук та розробка оптимального методу оцінки травм зубо-щелепового апарату з метою використання його в ході судово-медичних та судово-стоматологічних експертиз залишається відкритим науково-практичним питанням сучасної стоматології та судової медицини.

Ключові слова: травми щелепно-лицевої області, дорожньо-транспортні пригоди.

ВСТУП. Статистика випадків дорожньо-транспортних пригод, що за даними Українського медичного центру безпеки дорожнього руху та інформаційних технологій Міністерства охорони здоров'я України, за звітний період 2015 р. становить 134193, демонструє, що майже кожен шостий випадок ДТП відбувається з фактом загибелі або травмування потерпілих різного ступеня важкості [1,10 18, 19]. Згідно даних досліджень різних років поширеність травм щелепно-лицевої ділянки при дорожньо-транспортних пригодах варіює від 17% до 94% з переважуючою часткою переломів нижньої щелепи (50%) та майже з п'ятою частиною суміжних переломів щелеп [20-22]. Варіативність епідеміологічного профілю травм лицевого скелету та оточуючих м'яких тканин при ДТП залежить від топографії ураженої ділянки, часу та адекватності реєстрації ушкоджень на первинному етапі