

І.Л. Беженар
В.Т. Бачинський
І.Г. Савка
Л.М. Гриндей*

Буковинський державний медичний
університет

*Чернівецький Національний
університет ім. Юрія Федьковича

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ АЗИМУТІВ ПОЛЯРИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ЗАЖИТТЄВИХ ТА ПОСМЕРТНИХ УШКОДЖЕНЬ ШКІРИ ЛЮДИНИ В СУДОВІЙ МЕДИЦИНІ

Ключові слова: тілесні ушкодження, статистичний аналіз, азимуту поляризації, гістологічні зрізи.

Резюме. Розкрито нові аспекти застосування методу лазерної поляриметрії в судово-медичній практиці. Статистичний аналіз координатних розподілів азимутів поляризаційних зображень зразків шкіри людини дозволяє здійснити диференціацію тілесних ушкоджень в часі і встановити зажиттєвість їх спричинення.

Вступ

За останні 10 років сформувався новий напрямок дослідження біологічних тканин - лазерна поляриметрія [3-7], найбільш важливими результатами якої є встановлені механізми перетворення станів поляризації об'єктного поля, як результат проявів оптичної анізотропії кристалічного та архітектонічного рівня структури біологічних тканин.

На цій основі виявлений зв'язок між величинами азимутів і еліптичностей поляризації об'єктного поля з напрямками орієнтації та величинами двоприменезаломлення речовини фібрил (колаген, еластин, міозин, гідроксоапатит та ін.) кристалічних структур біологічних тканин [8-11].

Досягнення лазерної поляриметрії, як сучасного високоточного та інформативного методу дослідження все активніше впроваджуються в судово-медичну практику, для діагностики давності настання смерті, строків спричинення тілесних ушкоджень, встановлення механізмів виникнення травматичних ушкоджень та виду настання смерті [1,2].

Мета дослідження

Дослідити можливості статистичного аналізу розподілів азимутів поляризації мікроскопічних зображень шкіри людини для диференціації зажиттєвого чи посмертного нанесення тілесних ушкоджень.

Матеріал і методи

На Рис. 1 наведена оптична схема поляриметра зображень гістологічних зрізів шкіри.

Лінійно поляризоване випромінювання He-Ne лазера (1) за допомогою чвертьхвильової пластинки (2) перетворюється у циркулярно поляризоване. Поляризатор (3) визначає довільний азимут поляризації лазерного пучка, що опромінює зразок шкіри людини (4). За допомогою мікрооб'єктива (5) зображення гістологічного зрізу проектується у площину світлочутливої площадки цифрової (CCD) камери (7). Аналізатор (6) обертається навколо осі і визначає зміну інтенсивності локальних точок зображення шкіри, що реєструються комп'ютером (8).

За допомогою обертання осі пропускання аналізатора (Ω) в межах 0° - 180° визначали масиви мінімальних і максимальних рівнів інтенсивності $I_{\min}(q_{\min})$, $I_{\max}(q_{\max})$ зображення шкіри людини для кожного окремого пікселя CCD-камери і відповідні їм кути повороту $\Omega(q_{\min})$, для яких локальне значення інтенсивності мінімальне.

Розраховували координатний розподіл азимутів поляризації зображення шкіри людини з використанням наступного співвідношення:

$$\alpha(q_{\min}) = \frac{\pi}{2} - \Omega(q_{\min}).$$

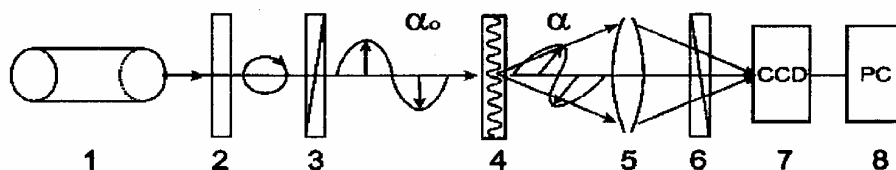


Рис. 1. Оптична схема вимірювання координатних розподілів азимутів поляризаційних зображень біологічних тканин: 1 - He-Ne лазер; 2 - чвертьхвильова пластинка; 3 - поляризатор; 4 - зразок шкіри людини; 5 - мікрооб'єктив; 6 - аналізатор; 7 - цифрова (CCD) камера; 8 - комп'ютер (PC)

Забір зразків шкіри проводився із однотипних регіональних ділянок тіла людини. Їх вилучали з ділянки странгуляційної борозни трупів чоловічої статі віком 18-60 років, причиною смерті яких була механічна асфіксія зі стисненням органокomплексу ший зашморгом. Час від моменту отримання тілесних ушкоджень потерпілими до моменту настання смерті становив 5-8 хвилин. Посмертні ушкодження отримували шляхом затягування зашморгу на ший біоманекснів з аналогічними вихідними даними.

Гістологічні зрізи виготовляли зразу після вилучення вказаних шматків шкіри на мікромікріостаті після чого проводили дослідження їх поляризаційних властивостей.

Статистичний аналіз координатних розподілів азимутів поляризаційних зображень виконували за допомогою програм "MATLAB 6", "Statistica-6".

Обговорення результатів дослідження

Дослідження гістологічних зрізів шкіри людини (неушкодженої шкіри, із зажиттєвим та посмертним ушкодженнями) показали результати, які наведені на Рис. 2 і 3.

Об'єктивно оцінити такі процеси можливо за допомогою визначення статистичних моментів першого і другого порядків координатних розподілів, які обчислювали за визначеними алгоритмами із врахуванням загальної кількості пікселів цифрової камери.

Вимірювання статистичних моментів здійснювали шляхом застосування алгоритмів для сукупності вибірок пікселів (50x50) в межах ушкодженої ділянки шкіри. В результаті отримували лінійні залежності (Рис. 4 і 5).

Подальший аналіз лінійних розподілів середнього та дисперсії азимутів поляризації виявив, що:

- В ділянці зажиттєвого ушкодження перший статистичний момент розподілу азимутів поляризації має тенденцію до зменшення в межах від 0,7 до 0,3 (Рис. 4а). Аналогічна тенденція характерна і для залежності $\langle \alpha \rangle(x)$, визначеної в межах ділянки посмертного ушкодження (Рис. 4б). Проте відносні значення середнього $\langle \alpha \rangle$ на один порядок менші і змінюються в межах 0,07-0,02.

- Протилежна тенденція спостерігається для лінійних залежностей другого статистичного моменту (дисперсії) $\langle \alpha^2 \rangle(x)$ розподілу азимутів поляризації зображення ушкоджених ділянок шкіри людини. У ділянці зажиттєвого ушкодження дисперсія $\langle \alpha^2 \rangle$ розподілу азимутів поляризації має тенденцію до збільшення від 0,14 до 0,26 (Рис. 5а).

Зростає другий статистичний момент і у випадку посмертного ушкодження (Рис. 5б), але його відносні значення у 3-5 разів менші.

У таблиці наведені дані про величини статистичних моментів $\langle \alpha \rangle$ та $\langle \alpha^2 \rangle$ усереднені в межах

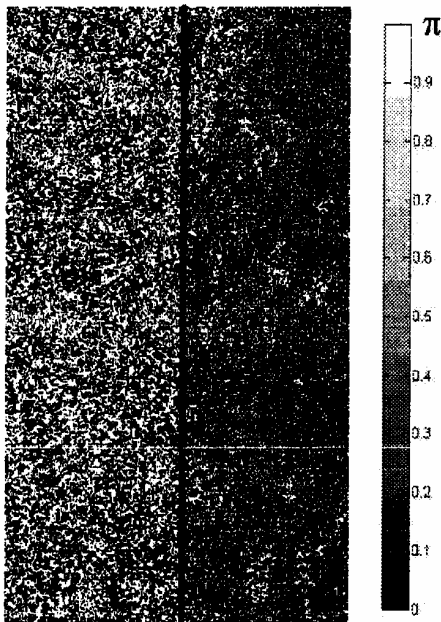


Рис. 2. Координатні розподіли азимутів поляризації неушкодженої (ліва частина) та зажиттєво ушкодженої (права частина) ділянок шкіри людини

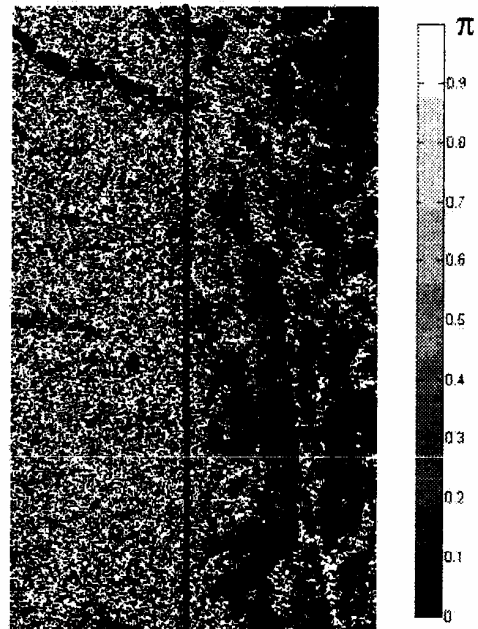


Рис. 3. Координатні розподіли азимутів поляризації неушкодженої (ліва частина) та посмертно ушкодженої (права частина) ділянок шкіри людини

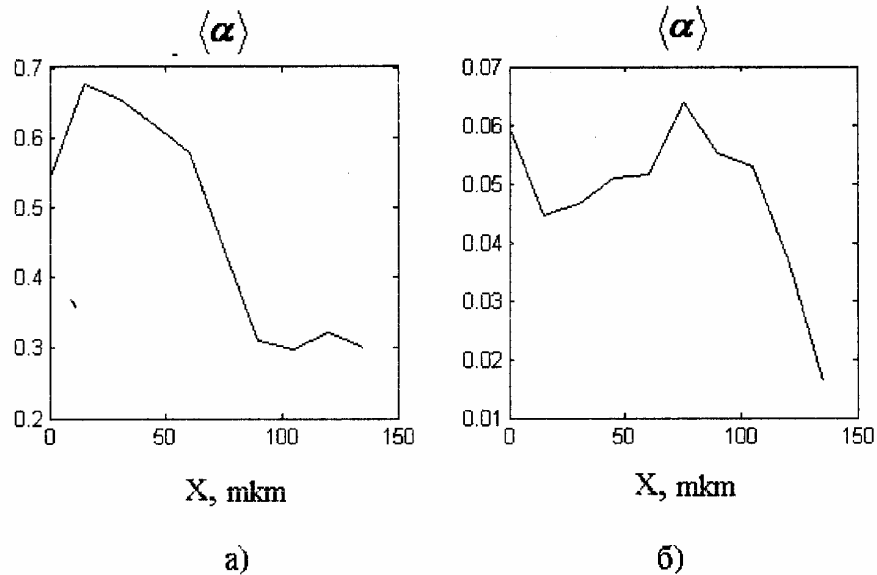


Рис. 4. Координатні залежності середнього розподілу азимутів поляризаційних зображень шкіри із зажиттєвим (а) та посмертним (б) ушкодженнями

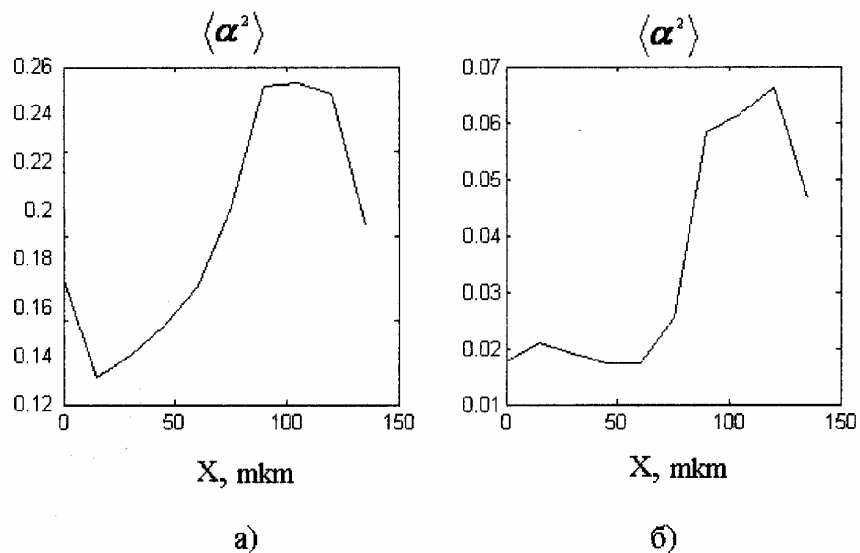


Рис. 5. Координатні залежності дисперсії $\langle \alpha^2 \rangle$ розподілу азимутів поляризаційних зображень шкіри із зажиттєвим (а) та посмертним (б) ушкодженнями

статистично вірогідних груп гістологічних зрізів шкіри людини.

З отриманих результатів видно, що статистичні моменти розподілу азимутів поляризації першого і другого порядків зображень шкіри суттєво відрізняються за величиною для гістологічних зрізів шкіри різних типів:

- Середнє розподілу азимутів поляризації зображень зразків шкіри із зажиттєвими ушкодженнями більше на один порядок, ніж аналогічний статистичний момент аналогічного розподілу для сукупності зразків із посмертними ушкодженнями відповідно.

- Дисперсія розподілу азимутів поляризації зображень зразків шкіри із зажиттєвими ушкодженнями більша у 3-5 разів, ніж аналогічний статистичний момент другого порядку для сукупності зображень зразків шкіри людини із посмертними ушкодженнями відповідно.

Отримані результати можуть бути пов'язані з особливостями морфологічної будови тканини шкіри після її ушкодження. Насичена кров'ю неушкоджена дерма шкіри формує певний діапазон змін і відповідний координатний розподіл азимутів поляризації за рахунок двопронезаломлення еритроцитів. Зажиттєве ушкодження супро-

Середнє та дисперсія розподілів азимутів поляризаційних зображень шкіри людини

| Статистичні моменти | Зажиттєве ушкодження (18 зразків) | Посмертне ушкодження (21 зразок) |
|----------------------------|--------------------------------------|--|
| $\langle \alpha \rangle$ | 0,52 | 0,06 |
| $\langle \alpha^2 \rangle$ | 0,04 | 0,19 |

воджується зменшенням об'ємної концентрації еритроцитів. Тому спостерігається зменшення середнього розподілів азимутів поляризації світлових коливань зображень шкіри людини і на цій основі зростає дисперсія (Рис. 4). Для посмертного ушкодження об'ємна концентрація еритроцитів ще менша. Тому такі процеси повторюються, але відносні значення статистичних моментів першого і другого порядків розподілів азимутів поляризації суттєво знижуються (Рис. 5).

Висновок

У результаті виконаного дослідження встановлено, що статистичний аналіз координатних розподілів азимутів поляризаційних зображень зразків шкіри людини з різними типами ушкоджень дозволяє здійснити їх часову диференціацію і визначити зажиттєвість чи посмертність їх спричинення.

Перспективи подальших досліджень

Перспективною в судовій медицині є подальша розробка об'єктивних критеріїв для встановлення зажиттєвості спричинення тілесних ушкоджень та часу їх отримання.

Література. 1. Ванчуляк О.Я. Діагностика давності настання смерті методом лазерного поляриметричного моніторингу тканин людини: Автореф. дис... к-та мед. наук: 14.01.25. / НМАПО ім. П.Л.Шупика. - К., 2007. - 20с. 2. Савка І.Г., Беженар І.Л., Бачинський В.Т., Кулик О.Ф. Використання методів лазерної поляриметрії в судовій медицині // Мат. міжнар. науково-практ. конф. судових медиків та криміналістів: Актуальні питання та перспективи розвитку судової медицини та криміналістики. - Харків: Гриф, 2005. - С. 129-130. 3. Тучин В.В. Исследование биотканей методами светорассеяния // Успехи физ. наук. - 1997. - Т.167. - С.517-539. 4. Ушенко О.Г., Пішак В.П., Пішак О.В. Дослідження мікроструктури кісткової тканини у поляризованому лазерному світлі // Медичні перспективи. - 2000. - Т.5, №4. - С.3-7. 5. Ушенко О.Г., Пішак О.В., Пішак В.П. Дослідження динаміки патологічних змін дисперсії та контрасту когерентних зображень кісткової тканини // Укр.мед.альманах. - 2000. - Т.3, №4. - С.170-173. 6. Ушенко О.Г., Пішак О.В., Пішак В.П. Поляризаційно-фазова візуалізація і обробка когерентних зображень архітектонічної структури кісткової тканини // Одеськ.мед.ж.. -

2000. - №3. - С.6-7. 7. Ушенко О.Г. Лазерна поляриметрія фазово-неоднорідних об'єктів і середовищ. - Чернівці.: Медакадемія, 2000. - 251с. 8. Ushenko A.G., Angelsky O.V., Wanchuliak O. Ya et al. Polarization-correlation analysis of anisotropic structures in bone tissue for the diagnostics of pathological changes // Опт. и спектр. - 2001. - Т.90, №3. - С.458-464. 9. Ushenko A.G., Angelsky O.V., Pishak V. P. et al. Laser polarimetry tomography of biotissue pathological changes // Proc. SPIE. - 2001. - Vol. 4425. - P.117-123. 10. Ushenko A.G., Pishak V.P. Laser Polarimetry of Biological Tissue. Principles and Applications in Coherent-Domain Optical Methods. Biomedical Diagnostics, Environmental and Material Science // Kluwer Academic Publishers, 2004. - P.67-93. 11. Ushenko A.G. Laser polarimetry of polarization-phase statistical moments of the objects field of optically anisotropic scattering layers // Опт. и спектр. - 2001. - Т.91, №2. - С.313-317.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЗИМУТОВ ПОЛЯРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИЖИЗНЕННЫХ И ПОСМЕРТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОЖИ ЧЕЛОВЕКА В СУДЕБНОЙ МЕДИЦИНЕ

*И.Л. Беженарь, В.Т. Бачинский, И.Г. Савка, Л.М. Гриндей**

Резюме. Раскрыты новые аспекты применения метода лазерной поляриметрии в судебно-медицинской практике. Статистический анализ координатных распределений азимутов поляризационных изображений образцов кожи человека позволяет провести дифференциацию телесных повреждений во времени и установить прижизненность их нанесения.

Ключевые слова: телесные повреждения, статистический анализ, азимуты поляризации, гистологические срезы.

STATISTICAL ANALYSIS OF AZIMUTHS TO POLARIZE IMAGES FOR INTAVITAL AND POSTMORTEM HUMAN SKIN INJURIES IN FORENSIC MEDICINE

I.L. Bezhenar, V.T. Bachynskiy, I.H. Savka, L.M. Hrindei

Abstract. New aspects of using the method of laser polarimetry in medico-legal practice have been disclosed. A statistical analysis of coordinate distributions of azimuths for polarization images of human skin samples makes it possible to implement a differentiation of physical injuries in the time domain and establish the intravitality of their causation.

Key words: bodily injuries, statistical analysis, polarization azimuths, histologic section.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Clin. and experim. pathol. - 2008. - Vol.7, №2. - P.14-17.

Надійшла до редакції 18.03.2008

Рецензент - доц. В.І. Федів

БІБЛІОТЕКА
БУКОВИНСЬКОГО
МЕДИЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ