

Методи дослідження

УДК 616-001.5-079.6:340.6

І.Л.Беженар

ВСТАНОВЛЕННЯ ЧАСОВОГО ХАРАКТЕРУ УШКОДЖЕНЬ ШКІРИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СПЕКТРІВ ПОТУЖНОСТІ КУТІВ НАХИЛУ МІКРОНЕРІВНОСТЕЙ ЇЇ ШОРСТКОЇ ПОВЕРХНІ

Кафедра патологічної анатомії та судової медицини (зав. – проф. І.С.Давиденко)
Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці

Резюме. Розкрито застосування якісно нового методу аналізу спектрів потужності кутів нахилу мікронерівностей шорсткої поверхні шкіри людини в судовій медицині. Показано його роль при диференційній діагностиці між прихованими чи сумнівними та неушко-

дженими ділянками шкіри та в уточненні часу їх спричинення у ранні терміни до моменту настання смерті.

Ключові слова: тілесні ушкодження, спектри потужності, інтенсивність, гістологічні зрізи.

Вступ. Встановлення точного часу спричинення тілесних ушкоджень відіграє важливу роль в судовій медицині та слідчій практиці. Все більше дослідників за останній час при вирішенні цього питання використовують методи точних наук: фізики, математики, корелятивної оптики та ін. [1, 2]. При вирішенні багатьох складних проблем у медицині, саме екстраполяція явищ, які відбуваються у біологічних тканинах на фізичні процеси за допомогою різноманітних сучасних приладів та відомих співвідношень дає корисні й обгрунтовані результати.

Відомо, що різноманітні біологічні процеси формування структури тканин відносяться до явищ незворотного росту [3], що супроводжується формуванням самоподібних структур. Тому можна припускати, що геометрія шорстких поверхонь біологічного походження в загальному випадку також самоподібна або фрактальна. Інакше кажучи, для аналізу властивостей таких об'єктів актуальним є фрактальний підхід [4-6].

Разом з тим недостатньо вивченими залишаються питання пов'язані з діагностикою та диференціацією типу ушкоджень поверхні біологічної тканини, що призводить до трансформації кутової структури верхнього рогового шару епідермісу шкіри.

Мета дослідження. Розробити методи класифікації ступеня самоподібності кутових розподілів мікрорельєфу поверхні неушкодженої та ушкодженої шкіри для встановлення часу виникнення ушкоджень.

Матеріал і методи. Як об'єкти дослідження використовували гістологічні зрізи шкіри людини із неушкодженою шкірою (чи із сумнівних ділянок) та зажиттєвими ушкодженнями, спричиненими до моменту настання смерті. Забір зразків шкіри проводився із однотипних регіональних ділянок тіла людини. Їх вилучали з ділянок осаднень шкіри тулуба та кінцівок трупів чоловічої статі віком 18-60 років. Час від моменту отримання тілесних ушкоджень потерпілими до моменту настання смерті становив від 20 хвилин до 2 годин.

Гістологічні зрізи виготовляли зразу після вилучення вказаних шматків шкіри на мікромі-

кріостаті із подальшим встановленням ступеня самоподібності кутових розподілів мікрорельєфу поверхні неушкодженої та ушкодженої шкіри.

У роботі [4] визначений взаємозв'язок між азимутом поляризації світлових коливань у зображенні поверхні шкіри та кутом нахилу пластинок епідермісу шкіри. Оптична схема експерименту наведена на рис. 1.

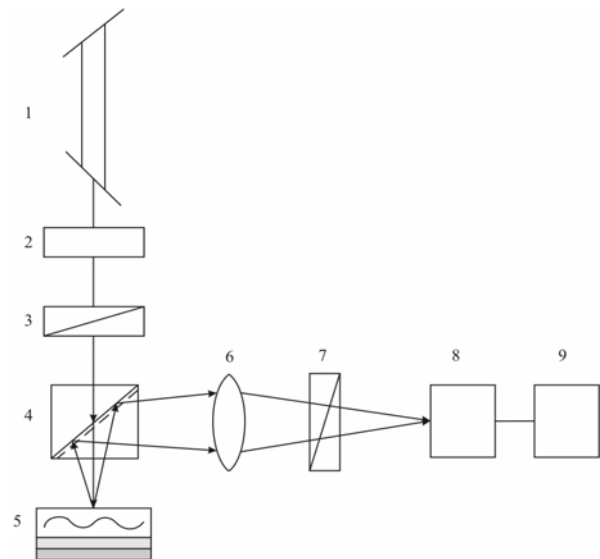


Рис. 1. Схема оптичного розташування для дослідження розподілу кутів нахилу пластинок епідермісу шорсткої поверхні шкіри, де: 1 – He–Ne лазер; 2 – чвертьхвильова пластинка; 3 – поляризатор; 4 – світлоподільник; 5 – гістологічний зріз шкіри; 6 – проекційний об'єктив; 7 – поляризатор-аналізатор; 8 – цифрова камера; 9 – комп'ютер

Лінійно поляризоване випромінювання He–Ne лазера (1) трансформується чвертьхвильовою пластинкою (2) у циркулярно поляризоване. Поляризатор (3) задає азимут поляризації пучка, що опромінює поверхню шкіри. Світлоподільник (4) реалізує оптичне розділення опромінюючого пучка та зображення шару епідермісу шкіри (5), яке проектується об'єктивом (6) через аналізатор (7) у площину цифрової камери (8), що пов'язана з мікропроцесором (9).

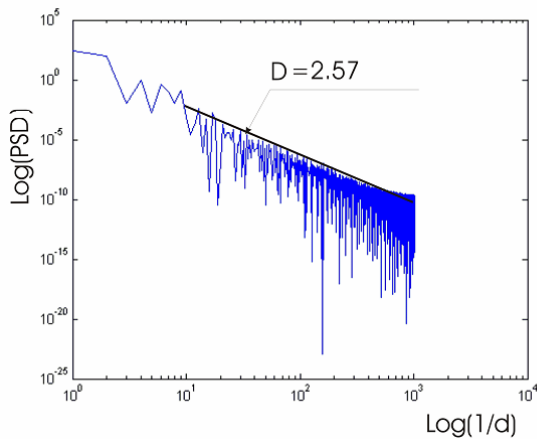


Рис. 2. Log-log залежність спектра потужності розподілу кутів нахилу пластинок епітелію неущожденної поверхні шкіри

Методика вимірів полягає в наступному. Обертанням аналізатора визначали мінімальний (I_{\min}) і максимальний (I_{\max}) рівні інтенсивності, а також кут повороту поляризатора, якому відповідає мінімальний рівень інтенсивності (I_{\min}). Значення азимута й еліптичності поляризації в межах кожного пікселя CCD-камери визначали за допомогою встановлених співвідношень.

Аналіз оцінювання сукупності випадкових величин кутів нахилу пластинок епітелію епідермісу шкіри виконували за допомогою програми "MATLAB 6", який складався з наступної послідовності дій:

- розраховували автокореляційні функції та знаходили відповідні спектри потужностей;
- обчислювали log-log залежності спектрів потужності структурних елементів зображення шкіри людини;
- залежності спектрів потужності апроксимували методом найменших квадратів у криві, для прямих ділянок яких визначали кути нахилу та обчислювали величини фрактальних розмірностей множин величин за відомими співвідношенням.

Класифікація розподілів кутів нахилу пластинок епітелію епідермісу шкіри проводилася згідно з такими критеріями:

Координатні розподіли кутів нахилу самоподібні (фрактальні) за умови лінійного нахилу структурних елементів поверхні шкіри.

Множини кутів нахилу стохастичні за умови наявності декількох постійних кутів нахилу.

Множини кутів нахилу випадкові за умови відсутності стабільних кутів нахилу у всьому інтервалі розмірів.

Результати дослідження та їх обговорення.

На рисунках наведені логарифмічні залежності отримані шляхом вимірювання координатних розподілів азимутів поляризації зображень поверхні шкіри наступних типів:

- неущожденна шкіра (рис. 2);
- шкіра із життєвими ушкодженнями (рис. 3).

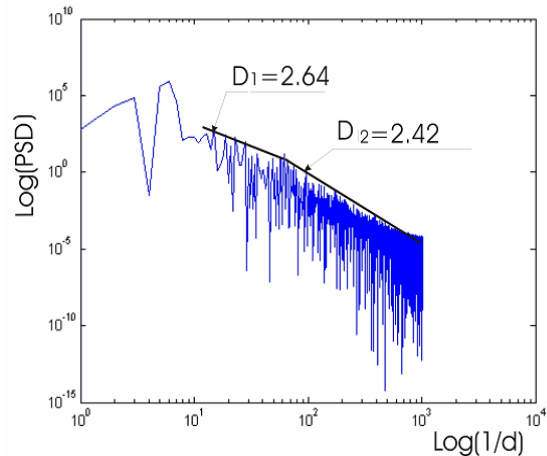


Рис. 3. Log-log залежність спектра потужності розподілу кутів нахилу пластинок епітелію поверхні шкіри із життєвими ушкодженнями.

З отриманих даних можна побачити, що координатні розподіли кутів нахилу пластинок епітелію поверхневого шару епідермісу зразків неущожденної шкіри характеризуються фрактальною структурою – нахил відповідних залежностей спектрів потужності незмінний у межах трьох декад розмірів (рис. 2).

Координатна структура розподілу кутів нахилу пластинок епітелію поверхневого шару епідермісу гістологічного зрізу шкіри із життєвими ушкодженнями є стохастична (рис. 3). На це вказує специфіка log-log залежностей спектрів потужності, які являють собою комбінацію двох частин із різними кутами нахилу. Причому в ділянці ушкодження змінюється величина фрактальної розмірності $D1=2,64 \rightarrow D2=2,41$.

Отримані результати можуть бути пов'язані із особливостями змін оптико-геометричної структури зразків шкіри людини.

Так, для неущожденної шкіри характерним є самоподібний характер її елементів (пластинки епітелію та фібрили колагенової сітки дерми). Тому координатний розподіл кутів нахилу пластинок епітелію поверхневого шару епідермісу також самоподібний або фрактальний.

Життєве ушкодження шкіри призводить до руйнації масштабної самоподібності геометричної побудови її мікроструктури. Але завдяки збереженню певної механічної пружності така руйнація відбувається частково. На це вказує збереження певної самоподібності розподілів кутів нахилу пластинок епітелію поверхневого шару епідермісу у вигляді декількох лінійних нахилів залежностей $\log PSD - \log d^{-1}$.

Висновки

1. Показана ефективність методу визначення розподілу кутів нахилу мікронерівностей шорсткої поверхні шкіри для аналізу спектрів потужності розподілів орієнтацій пластинок епітелію шару епідермісу шкіри людини у диференціації часового характеру її ушкоджень.

2. Встановлено, що розподіли кутів нахилу пластинок епітелію поверхневого шару епідермісу неушкодженої шкіри масштабно самоподібні.

3. Зажиттєві ушкодження характеризуються стохастичним розподілом кутів нахилу пластинок епітелію поверхневого шару епідермісу шкіри людини.

4. Вказаний метод дозволяє не тільки провести диференціацію між прихованими чи сумнівними та неушкодженими ділянками шкіри, але й уточнити час їх спричинення в ранні терміни до моменту настання смерті.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним є подальше дослідження вказаними методиками гістологічних зрізів шкіри людини із ушкодженнями в міру збільшення часового інтервалу від їх отримання до моменту настання смерті. Актуальною в судовій медицині є подальша розробка об'єктивних критеріїв для ретроспективного встановлення часу отримання зажиттєвих тілесних ушкоджень.

Література

1. Ванчуляк О.Я. Діагностика давності настання смерті методом лазерного поляриметричного моніторингу тканин людини: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: 14.01.25. / О.Я.Ванчуляк. – К.: НМАПО ім. П.Л.Шупика, 2007. – 20 с.

2. Використання методів лазерної поляриметрії в судовій медицині / І.Г.Савка, І.Л.Беженар, В.Т.Бачинський [та ін.] // Мат. міжнар. науково-практ. конф. судових медиків та криміналістів: Акт. пит. та перспективи розвитку судової медицини та криміналістики. – Харків: Гриф, 2005. – С. 129-130.
3. Тучин В.В. Исследование биотканей методами светорассеяния / В.В.Тучин // Успехи физ. наук. – 1997. – Т. 167. – С. 517-539.
4. Ушенко О.Г. Лазерна поляриметрия фазово-неоднорідних об'єктів і середовищ / О.Г.Ушенко. – Чернівці: Медакадемія, 2000. – 251 с.
5. Angelsky O.V., Hanson S.G., Maksimyak P.P. / Use of Optical Correlation Technique for Characterizing Scattering Objects and Media. – SPIE Press: Bellingham, Wash., 1999. – 71 p.
6. Ushenko A.G. Laser Polarimetry of Biological Tissue. Principles and Applications in Coherent-Domain Optical Methods / A.G.Ushenko, V.P.Pishak // Biomedical Diagnostics, Environmental and Material Science. – Kluwer Academic Publishers, 2004. – P. 67-93.
7. Ushenko Y.A. Polarization phase mapping phase of biological tissues: II. Skin as a transformer of vector structure of coherent radiation / Y.A.Ushenko // Proc.SPIE. – 2002. – V. 5477. – P. 506-512.

УСТАНОВЛЕНИЕ ЧАСОВОГО ХАРАКТЕРА ПОВРЕЖДЕНИЙ КОЖИ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА СПЕКТРОВ МОЩНОСТИ УГЛОВ НАКЛОНА МИКРОНЕВНОСТЕЙ ЕЁ ШЕРСТКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

И.Л.Беженарь

Резюме. Раскрыто применение качественно нового метода анализа спектров мощности углов наклона микро-неровностей шерсткой поверхности кожи человека в судебной медицине. Показано его роль при дифференциальной диагностике между скрытыми или сомнительными и неповрежденными местами кожи и в уточнении времени их нанесения в ранние сроки до момента наступления смерти.

Ключевые слова: телесные повреждения, спектры мощности, интенсивность, гистологические срезы.

ESTABLISHING THE TEMPORAL CHARACTER OF SKIN INJURIES BASED ON AN ANALYSIS OF SLOPE CAPACITY SPECTRA OF MICROIRREGULARITIES OF ITS ROUGH SURFACE

I.L.Bezhenar

Abstract. The use of a qualitatively new method of analyzing the slope capacity spectra of microirregularities of the skin rough surface in man in forensic medicine has been discovered. The author has demonstrated its role in case of differential diagnostics between latent or doubtful and intact areas of the skin and specifying the time of their causation at early stages before the moment of death coming.

Key words: bodily harm, capacity spectra, intensity, histologic sections.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Рецензент – проф. М.В.Шаплавський

Buk. Med. Herald. – 2008. – Vol.12, №2.–P.127-129

Надійшла до редакції 7.02.2008 року