

Олександр Ушенко^{1,2}
Михайло Горський^{2,3}
Олександр Дуболазов²
Юрій Ушенко^{3,4}
Олександра Литвиненко⁵
Іван Мікірін²

МАТРИЧНА ПОЛЯРИЗАЦІЙНА ІНТЕРФЕРОМЕТРІЯ МЮЛЛЕРА ОПТИЧНО АНІЗОТРОПНОЇ АРХІТЕКТОНІКИ ПОЛІВ ОБ'ЄКТІВ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

¹Інститут Чжецзянського університету - Тайчжоу, Китай

²Кафедра поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

³Кафедра комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

⁴Кафедра фізики, Університет Шаосін, Шаосін, Чжецзян 312000,

⁵Кафедра судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна
Китай

Анотація

Розроблено методи векторно-параметричного поляризаційного картування та поляризаційно-інтерференційного фазового сканування для диференціальної діагностики доброякісних та передракових змін тканин жіночої репродуктивної системи на основі статистичного аналізу поляризаційних параметрів.

Ключові слова: Поляризаційне картування, фазове сканування, цифрова голографія, міома, ендометріоз, оптична анізотропія, гістологія, статистичний аналіз.

Annotation

Methods of vector-parametric polarization mapping and polarization-interference phase scanning have been developed for the differential diagnosis of benign and precancerous changes in female reproductive system tissues based on statistical analysis of polarization parameters.

Keywords: Polarization mapping, phase scanning, digital holography, myoma, endometriosis, optical anisotropy, histology, statistical analysis.

Вступ

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю ранньої диференціальної діагностики доброякісних та передракових змін у жіночій репродуктивній системі. Оптично анізотропні тканини, такі як міоми та ендометріоз, мають різні поляризаційні характеристики, що можна використати для розробки високочутливих методів діагностики. Запропоновані методи базуються на поляризаційному картуванні та фазовому скануванні для аналізу поляризаційних параметрів гістологічних зрізів.

Результати досліджень

Представлені результати стосуються діагностичного застосування векторно-параметричного поляризаційного картування та поляризаційно-інтерференційного фазового сканування з пошаровим цифровим голографічним відтворенням поляризаційних карт азимута та еліптичності для фазово-неоднорідних шарів тканин у жіночій репродуктивній системі. Досліджено диференціальну діагностику патологічних змін оптично анізотропних полікристалічних компонентів тканини, а саме «доброякісні (міоми) – передракові (ендометріоз)». Усі дослідження в репрезентативних групах гістологічних зразків проводили з використанням циркулярно поляризованого лазерного випромінювання, що забезпечує азимутальну інваріантність і надійність

групових поляризаційних вимірювань. Інтегральні та пошарові карти та гістограми розподілу випадкових величин азимута поляризації та еліптичності були отримані з мікроскопічних зображень гістологічних зрізів пухлин жіночої репродуктивної системи. Складено систематизовані таблиці статистичних моментів 1-4 порядків, що характеризують поляризаційні карти азимута та еліптичності для тканин міоми та ендометріозу. Визначено набір статистично значущих параметрів – діагностичних маркерів, найбільш чутливих до змін полікристалічної структури доброякісної та передракової тканини жіночої репродуктивної системи. Наведено результати інформаційного аналізу, у тому числі визначення точності діагностичних вектор-параметрів поляризаційного та поляризаційно-інтерференційного методів виявлення та диференціації зразків тканин міоми та передракового ендометріозу жіночої репродуктивної системи.

Висновки

Запропоновані методи поляризаційно-інтерференційного аналізу дозволяють з високою точністю диференціювати міому та передраковий ендометріоз, що робить їх перспективними для ранньої діагностики та прогнозування патологічних змін у жіночій репродуктивній системі.

ПОДЯКИ

Дослідження виконано за підтримки гранту Національного фонду досліджень України №2023.03/0174.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jacques SL. Polarized light imaging of biological tissues. In: Boas D, Pitris C, Ramanujam N, editors. Handbook of Biomedical Optics. 2nd ed. CRC Press; 2011. p. 649–669
2. Vitkin A, Ghosh N, de Martino A. Tissue Polarimetry. In: Andrews DL, editor. Photonics: Scientific Foundations, Technology and Applications. John Wiley & Sons; 2015. p. 239–321.
3. 3D digital holographic polarimetry of diffuse optically anisotropic biological tissue object fields / Ushenko A., Zheng J., Gorsky M., Dubolazov A., Ushenko Y., Soltys I., Mikirin I., Chen Z., Wanchuliak O., Gordey I., Jingxian C. // (2023) Frontiers in Physics. – 2023. – №11. P. 1288935.

Олександр Ушенко – д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, професор Інституту Чжецзянського університету - Тайчжоу, Китай

Михайло Горський - к.ф.-м.н., доцент кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, доцент кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

Олександр Дуболазов – д.ф.-м.н., професор кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, a.dubolazov@chnu.edu.ua

Юрій Ушенко – д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, професор кафедри фізики, Університет Шаосін, Шаосін, Чжецзян 312000, Китай

Олександра Литвиненко – к.м.н., асистент кафедри судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна

Іван Мікірін – аспірант кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

Oleksandr Ushenko – Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, Professor, Zhejiang University Institute - Taizhou, China

Mykhailo Gorsky – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor Department of Computer Science at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine; Assistant at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.

Oleksandr Dubolazov – Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, a.dubolazov@chnu.edu.ua.

Yuriy Ushenko – Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Computer Science at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine; Professor at the Department of Physics, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China.

Oleksandra Lytvynenko – PhD in Medicine, Assistant at the Department of Forensic Medicine and Medical Law at Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

Ivan Mikirin – Postgraduate Student at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.