

Олександр Ушенко^{1,2}
Олександра Литвиненко³
Михайло Горський^{2,4}
Олександр Дуболазов²
Юрій Ушенко^{4,5}
Ірина Солтис²
Олександр Салега²

3D ЦИФРОВА ПОЛЯРИЗАЦІЙНО-ГОЛОГРАФІЧНА ВЕЙВЛЕТ-ГІСТОЛОГІЯ У ВИЗНАЧЕННІ ТРИВАЛОСТІ МЕХАНІЧНОГО ПОШКОДЖЕННЯ МІОКАРДА

¹Інститут Чжецзянського університету - Тайчжоу, Китай

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

³Кафедра судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна

⁴Кафедра комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

⁵Кафедра фізики, Університет Шаосін, Шаосін, Чжецзян 312000, Китай

Анотація

Розроблено методи тривимірної масштабно-селективної поляриметрії багаторазово розсіяних полів для гістологічної діагностики механічного пошкодження міокарда з високою точністю за допомогою цифрової голографії та вейвлет-аналізу.

Ключові слова: Поляриметрія, цифрова голографія, міокард, механічне пошкодження, вейвлет-аналіз, гістологія, поляризаційно-неоднорідне поле.

Annotation

Methods for three-dimensional scale-selective polarimetry of multiply scattered fields for histological diagnosis of myocardial mechanical damage with high accuracy using digital holography and wavelet analysis are developed.

Keywords: Polarimetry, digital holography, myocardium, mechanical damage, wavelet analysis, histology, polarization-inhomogeneous field.

Вступ

Метою даного дослідження є розробка методів тривимірної масштабно-селективної поляриметрії для аналізу багаторазово розсіяних полів у міокарді з метою гістологічної діагностики механічного пошкодження тканин серця. Для цього застосовано поляризаційно-інтерференційну реєстрацію та цифрову голографічну реконструкцію з подальшим виділенням поляризаційних карт об'єктів.

Результати досліджень

Ми мали на меті розробку та експериментальну валідацію методів тривимірної масштабно-селективної поляриметрії багаторазово розсіяних полів у дифузних шарах міокарда для гістологічної диференціальної діагностики механічного пошкодження міокарда. Використано синтез поляризаційно-інтерференційної реєстрації поля дифузного поля та поляризаційно-неоднорідного поля цифрової голографічної реконструкції та пошарових комплексних розподілів амплітуд. Запропоновано метод виділення поляризаційних карт одиничних та багаторазово розсіяних компонент поля дифузного поля об'єктів. Знайдено умови усунення спотворюючого впливу високого рівня деполаризованого фону. На основі однокомпонентних поляризаційних карт

об'єктного поля великомасштабного вибіркового вейвлет-аналізу визначено критерії (маркери) механічного ураження міокарда різної давності діагностики. Досягнуто відмінної точності механічного пошкодження некротичних змін міокарда різної тривалості за допомогою поляризаційно-інтерференційної вейвлет-диференціації.

Висновки

Розроблені методи поляризаційно-інтерференційної вейвлет-диференціації мають високу точність для діагностики механічних пошкоджень міокарда, що дозволяє ефективно визначати ступінь та давність травм на гістологічному рівні, відкриваючи нові можливості для гістологічної диференціальної діагностики.

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 polarization-holographic wavelet histology in determining the duration of mechanical damage to the myocardium / A. Ushenko, J. Zheng, A. Litvinenko, M. Gorsky, O. Wanchuliak, A. Dubolazov, Y. Ushenko, I. Soltys, O. Salega, Z. Chen. // Journal of Biophotonics. – 2024. – № 17 (3). P. e202300372.

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

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

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

Ірина Солтис – к.ф.-м.н., доцент кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

Олександр Салега – 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

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

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.

Iryna Soltys – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.

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