

УДК: [616.728.2-089.843-77-06:616.728.2-007.281]:616-073.756.8  
DOI: 10.51309/2411-6858-2020-19-1-33-46

**МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ  
В ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІЙ ДІАГНОСТИЦІ АСЕПТИЧНОЇ ТА СЕПТИЧНОЇ  
НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЕНДОПРОТЕЗА КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА**

*Васюк В.Л., Процюк В.В.,\* Васильчишин Я.М.,\* Васюк С.В.\**

*Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний  
університет», Кафедра травматології та ортопедії, м. Чернівці*

*\*Шведсько-Український медичний центр Angelholm, м. Чернівці, Україна*

**POLARIZATION TOMOGRAPHY METHODS TO DIFFERENTIATE  
ASEPTIC AND SEPTIC LOOSENING AFTER TOTAL HIP REPLACEMENT**

*Vasyuk V.L., Protsiuk V.V., \* Vasilchishin Y.M.,\* Vasiuk S.V.\**

*Higher State Educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical  
University", Chernivtsy*

*\*Swedish-Ukrainian hospital Angelholm limited liability company (Angelholm llc),  
Chernivtsy, Ukraine*

**Abstract.** This article contains:

- Structural-logical scheme and analytical description of the differential diagnosis for aseptic and septic loosening after total hip replacement using the methods of differential Mueller-matrix mapping of circular birefringence (CB) distributions of polycrystalline synovial fluid (SF) films.
- Statistical analysis of the distributions of CB in polycrystalline SF films obtained from patients in the control group and groups with different hip joint pathology.
- Results of establishing the strength of the differential Mueller-matrix mapping method of the distributions of CB polycrystalline films of SF by means of information analysis based on sensitivity determination, specificity and accuracy of the polarization tomography technique.
- Clinical example of using polarization tomography methods to differentiate aseptic and septic cup loosening after total hip replacement

**Keywords:** polarization, tomography, diagnostics, hip replacement, revision arthroplasty.

**Introduction.** routine procedures for early diagnosis of the inflammation in human joints are approximate and include collecting anamnesis, clinical examination, biochemical, microbiological, and cytological assessment. they cannot provide fast and decisive conclusion. up to date we lack a quick, an exact and convenient objective test to distinguish aseptic from septic inflammation in the tissues adjacent to hip joint prosthesis.

**Goal** of this study was to analyze the efficiency of Mueller-matrix mapping of circular birefringence distributions of polycrystalline synovial fluid films to differentiate aseptic and septic cup loosening after total hip replacement.



## Materials and methods.

### 1. STRUCTURAL-LOGICAL SCHEME OF DIFFERENTIAL MUELLER-MATRIX TOMOGRAPHY OF POLYCRYSTALLINE STRUCTURE OF FILMS OF SF

Polycrystalline films of synovial fluid (SF)		
Differential Mueller-matrix mapping of polycrystalline SF films		
CB maps		
Statistical and correlation analysis		
Mean values and fluctuations of the magnitude of the statistical moments of the 1st - 4th orders characterizing the distribution of the value of CB of the samples of samples of SF		
Information analysis of the Mueller-matrix polarization tomography method for polycrystalline structure of SF films		
Sensitivity, $S_e$	Specificity, $S_p$	Accuracy, $A_c$

**Fig. 1. Structural-logical scheme of differential Mueller-matrix tomography of polycrystalline films of SF in the differential diagnosis of aseptic and septic loosening of the cup after total hip arthroplasty.**

### 2. THE MUELLER-MATRIX RECONSTRUCTION OF CB DISTRIBUTIONS OF POLYCRYSTALLINE FILMS OF SYNOVIAL FLUID OF THE HIP JOINT TO DIFFERENTIATE ASEPTIC AND SEPTIC CUP LOOSENING AFTER TOTAL HIP ARTHROPLASTY

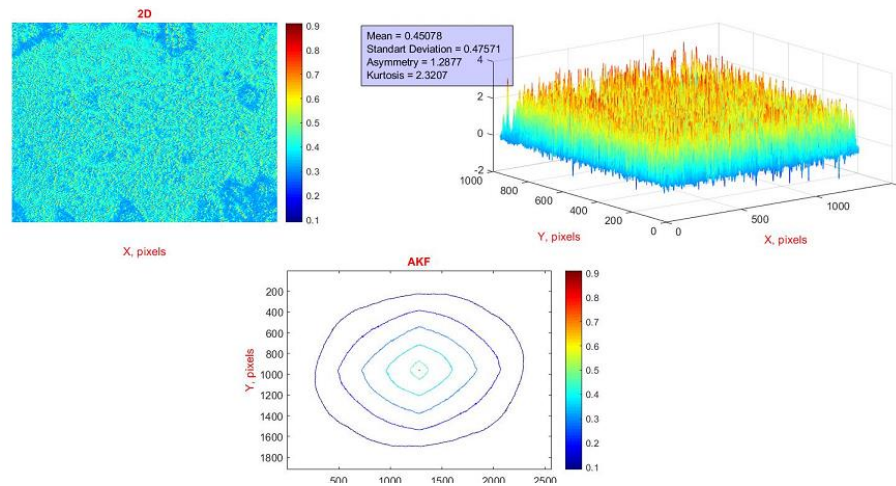
This part of the article contains materials on the experimental implementation of polarization reproduction with a comprehensive statistical and correlation analysis of the coordinate distributions of the magnitude of circular birefringence of polycrystalline films of SF from the hip joint of patients from the control group 1 and research groups 2 and 3:

Group 1 - stage III osteoarthritis of the hip; stage III to IV aseptic necrosis of the femoral head of the left and right femur (25 patients).

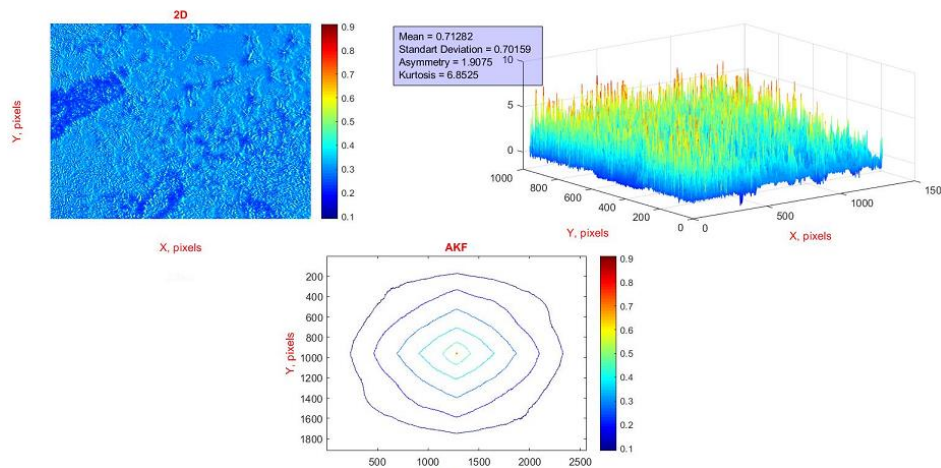
- Group 2 - Aseptic loosening of components after total hip arthroplasty (25 patients);
- Group 3 - loosening of components after total hip arthroplasty (25 patients).

An experimental method for determining the coordinate distributions of the magnitude of the CB of samples of SF polycrystalline films is presented in [1-10].

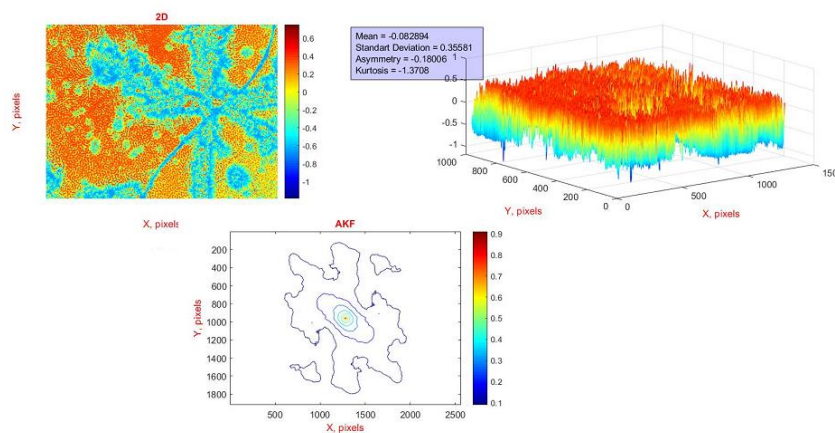
On series of fragments of fig. 2 - fig. 4 presents the maps of the CB (left parts), the coordinate distributions of the magnitude of the CB (right parts) and the autocorrelation functions of the maps of the CB (lower parts), which are defined for the polycrystalline films of the SF of the hip joint of patients from group 1 (fig. 2), group 2 (fig. 3) and group 3 (Fig. 4).



**Fig. 2.** Map (left side), coordinate distribution (right side) and autocorrelation function (lower part) of random variables of the CB of the SF polycrystalline film of a patient in group 1.



**Fig. 3.** Map (left side), coordinate distribution (right side) and autocorrelation function (lower part) of random variables of the CB of the SF polycrystalline film of a patient in group 2.



**Fig. 4.** Map (left side), coordinate distribution (right side) and autocorrelation function (lower part) of random variables of the CB of the SF polycrystalline film of a patient in group 3.



Comparison of the results of Mueller-matrix tomography (fig. 2 - fig. 4) of the parameters of the optical anisotropy of polycrystalline films of SF of the hip joint of patients of all groups revealed:

- individual for each group of samples topographic structure of the coordinate distributions of the magnitude of CB (left parts of fig. 2 - fig. 4);
- significant range of coordinate-non-uniform change in the magnitude of circular birefringence (right parts of fig. 2 - fig. 4).
- complex and asymmetric structure for each of the groups of distributions of the eigenvalues of the autocorrelation functions (the lower parts of fig. 2 - fig. 4).

Table 1 shows the statistical [11] and correlation [12-13] analysis of the entire set of maps of circular birefringence within each of the groups of samples of polycrystalline films of the synovial fluid of patients with different severity of the hip joint pathology.

Table 1. Statistical  $SM_{1-4}$  and correlation  $KM_{2,4}$  moments that characterize the distribution of the CB value of polycrystalline films of the SF

Statistical moments	Control group	Experienced groups	
	Group 1 (n=25)	Group 2 (n=25)	Group 3 (n=25)
Average, $SM_1$	$0,51 \pm 0,027$	$0,35 \pm 0,019$	$0,22 \pm 0,013$
P <sub>1</sub>		$p < 0,05$	$p < 0,05$
P <sub>2</sub>		$p < 0,05$	
Dispersion, $SM_2$	$0,31 \pm 0,017$	$0,19 \pm 0,011$	$0,12 \pm 0,007$
P <sub>1</sub>		$p < 0,05$	$p < 0,05$
P <sub>2</sub>		$p < 0,05$	
Asymmetry, $SM_3$	$0,18 \pm 0,011$	$0,24 \pm 0,013$	$0,31 \pm 0,017$
P <sub>1</sub>		$p < 0,05$	$p < 0,05$
P <sub>2</sub>		$p < 0,05$	
Excess, $SM_4$	$0,25 \pm 0,014$	$0,39 \pm 0,021$	$0,52 \pm 0,028$
P <sub>1</sub>		$p < 0,05$	$p < 0,05$
P <sub>2</sub>		$p < 0,05$	
Dispersion, $KM_2$	$0,09 \pm 0,005$	$0,07 \pm 0,004$	$0,05 \pm 0,003$
P <sub>1</sub>		$p < 0,05$	$p < 0,05$
P <sub>2</sub>		$p < 0,05$	
Excess, $KM_4$	$0,54 \pm 0,029$	$0,88 \pm 0,047$	$1,09 \pm 0,057$
P <sub>1</sub>		$p < 0,05$	$p < 0,05$
P <sub>2</sub>		$p < 0,05$	

From the analysis of the statistical ( $SM_{1-4}$ ) and correlation ( $KM_{2,4}$ ) data presented in Table 1, the analysis of the coordinate distributions of the magnitude of the circular birefringence of polycrystalline SF films, it has been established:

- the effectiveness of the differential diagnosis of aseptic and septic loosening of the cup of an artificial hip joint by determining the set  $SM_{1-4}$  of diagrams that characterize polarization-reproduced CB;
- for each of the statistical moments of the 1st - 4th orders, the parameter  $p < 0,05$  is a statistically significant difference between the Mueller-matrix tomography data of circular birefringence of polycrystalline films of SF hip joint of patients from the control group 1 and two research groups 2 and 3;
- the effectiveness of the correlation analysis of the maps of CB in the intergroup differentiation of the maps of CB of the polycrystalline films of SF patients of the research groups 2 and 3;
- for the correlation moments of the 2nd order and the 4th order, which characterize the half-width and sharpness of the peak of the autocorrelation function of the coordinate distribution of the CB of the SF liquid from group 2 and group 3, the parameter  $p < 0,05$ .

### Results.

### 3. INFORMATION ANALYSIS OF THE MUELLER-MATRIX DATA RECONSTRUCTION OF THE DISTRIBUTIONS OF THE MAGNITUDE OF THE CIRCULAR BIREFRINGENCE OF POLYCRYSTALLINE FILMS OF SF

This section contains the results of determining the strength of the Mueller-Maric method of reproducing the distribution of the magnitude of the CB of SF polycrystalline films by calculating the magnitude of a set of operational characteristics — sensitivity, specificity and accuracy of the polarization tomography technique for all three groups of patients.

Table 2. Operational characteristics of the Mueller-matrix tomography method of circular birefringence of SF polycrystalline films

<i>n</i>	<i>Se</i>		<i>Sp</i>		<i>Ac</i>
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
<i>ST1</i>	21	4	20	5	25
	<b>84</b>		<b>80</b>		<b>82</b>
<i>n</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
<i>ST2</i>	20	5	20	5	25
	<b>80</b>		<b>80</b>		<b>80</b>
<i>n</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
<i>ST3</i>	22	3	22	3	25
	<b>88</b>		<b>88</b>		<b>88</b>
<i>n</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
<i>ST4</i>	23	2	22	3	25
	<b>92</b>		<b>88</b>		<b>90</b>
<i>n</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
<i>KT2</i>	21	4	20	5	25
	<b>84</b>		<b>80</b>		<b>82</b>
<i>n</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
<i>KT4</i>	23	2	23	2	25
	<b>92</b>		<b>92</b>		<b>92</b>



From the analysis of the operational characteristics of the method of polarization reproduction of the distributions of the CB given in Table 2, the following follows:

- the range of variation of the specificity of the polarization reproduction of the distributions of CB is  $84\% \leq Sp \leq 92\%$  ;
- the range of variation of the value of the balanced accuracy of the polarization reproduction of the distributions of the CB is  $84\% \leq Ac \leq 90\%$  .

#### **Clinical case:**

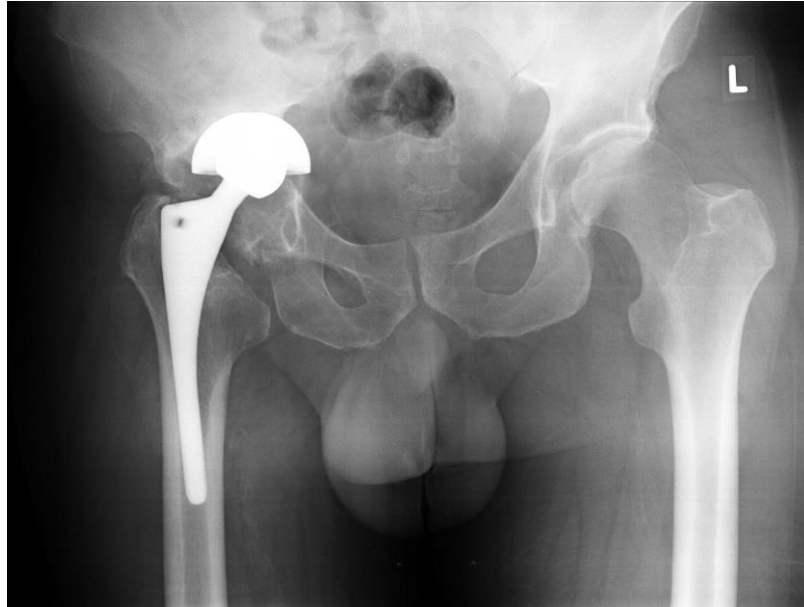
The patient S., born 1967, admitted 03.06.2018 with diagnosis: acetabular component loosening of the right hip endoprosthesis, acetabular defect type 2C by Paprosky W.G., acetabular protrusion.



**Fig. 5. Check-up radiograph of the patient S. in an outpatient clinic 1.5 years after primary THA.**

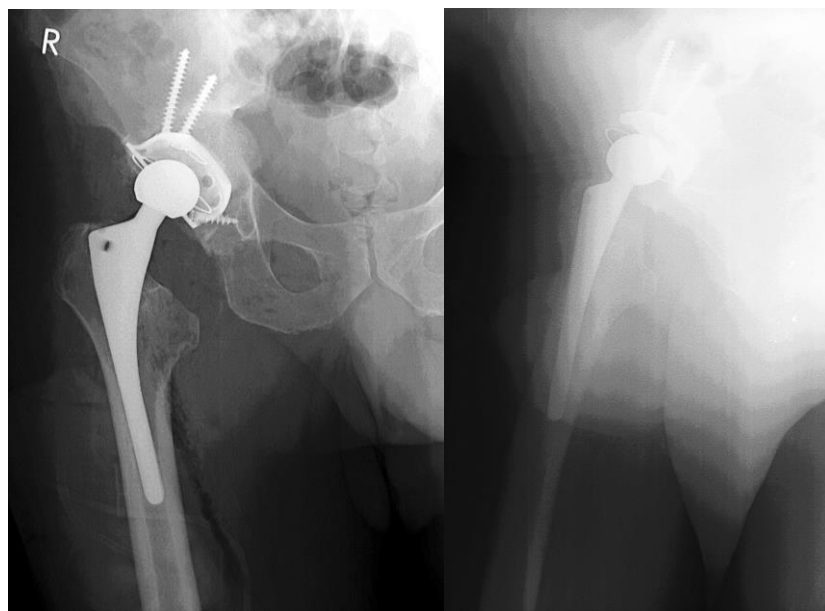
The primary surgery was performed in 2015 in a regional center in the western part of Ukraine due to grade IV aseptic necrosis of the femoral head, namely right side uncemented total hip arthroplasty. According to the case report, postoperative period went uneventfully, the wound healed primarily. The patient used no walking aid, led an active lifestyle; however, 1.5 years postoperatively he presented with pain in the operated hip upon axial loading. As self-medication gave no positive effect, the patient referred to the orthopedic surgeon at the place of residence and was made a check-up radiograph (**Fig. 5**). Conservative treatment with osteotropic therapy and unloading the limb resulted in an insignificant improvement.

1.5 years later the patient admitted to medical center “Angelholm”. Radiograph showed acetabular component loosening of the right hip endoprosthesis, acetabular protrusion with type 2C defect by Paprosky, which required reconstruction with anti-protrusion ring and bone allografting to substitute the defect (**Fig. 6**).



**Fig. 6. Radiograph of the patient S. before revision arthroplasty of the right hip.**

The patient was examined clinically and instrumentally. General blood test (03.06.2018) RBC  $4.8 \cdot 10^{12}/L$ , WBC  $7.0 \cdot 10^9/L$ , Bands – 5%, Segmented – 66%, Eos – 2%, Mon – 8%, Lym – 23%, Hb 16.5 g/dL, ESR 12 mm/hr. CRP 1.89 mmol/L. USI right hip: about 10 mL synovial fluid found periprosthetically in the joint capsule. Densitometry: within normal range for the age group. Revision arthroplasty of the right hip was performed on 04.06.2018: acetabular bone defect was substituted with allograft, reinforced with anti-protrusion Mueller ring, and cemented cup was inserted (**Fig. 7**). The allograft bone was provided by the bone bank in the clinic “Angelholm” after its standard assessment; written informed consent to use allograft bone was obtained from the patient before surgery.



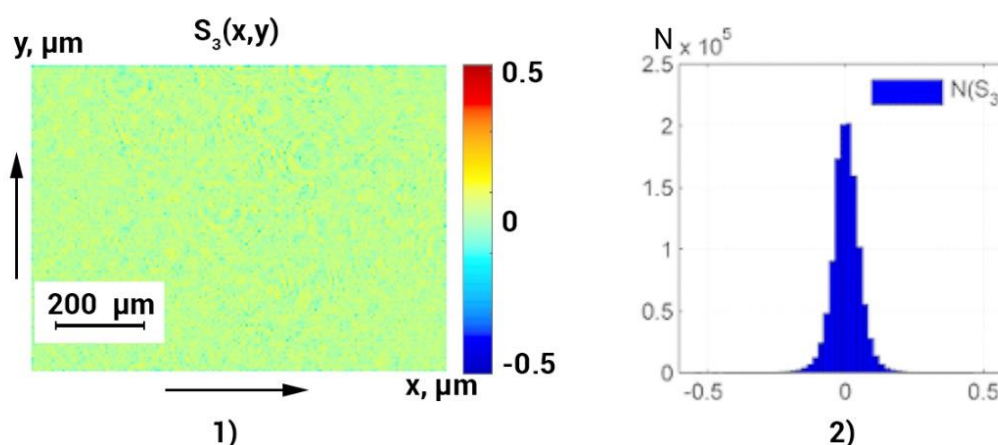
**Fig. 7. Radiograph of the patient S. 3 days after revision arthroplasty of the right hip.**

Samples were collected intraoperatively for microbiological assessment and for experimental laser polarimetric assessment, the latter was performed at the Department of



Optics of Chernivtsi National University. Postoperative period went uneventfully. Postoperative medications included antibacterial therapy for 7 days, painkillers, NSAIDs, hormone and general strengthening therapy. Early ambulation with walker was applied. The wound healed primarily. The intraoperative culture was negative. The multifactorial polarimetric assessment of the patient's SF showed that first to fourth order statistical momenta of coordinate distribution of CB in laser images of polycrystalline networks in the SF samples were:  $W_1^\alpha = 1,72$ ;  $W_2^\alpha = 0,15$ ;  $W_3^\alpha = 0,215$ ;  $W_4^\alpha = 2,12$ .

Fig. 8 shows the results of experimental assessment of the polarization map rendering optical activity of the patient's SF smear.



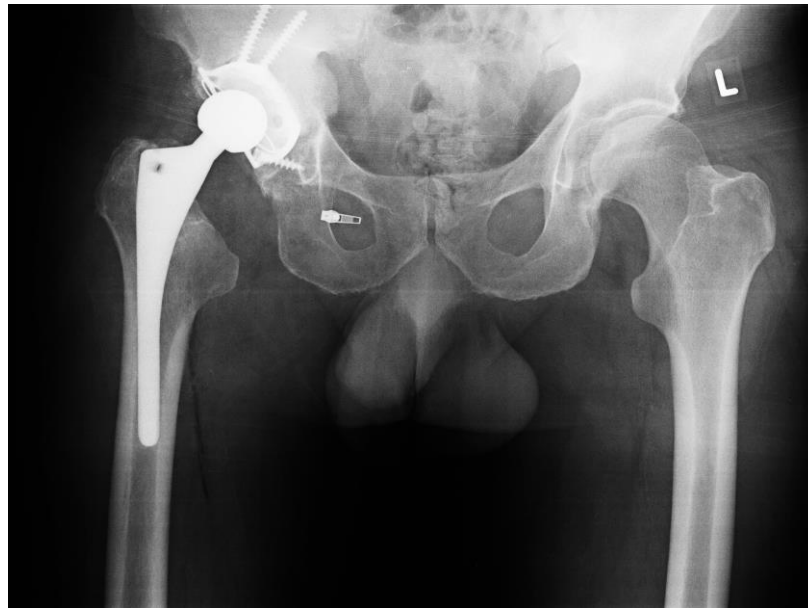
**Fig. 8. Two dimensional distribution and histogram rendering the CB in laser microscopic image of the SF smear collected from the patient S., 52.**

The obtained data about coordinate and statistical distribution of CB in laser microscopic image of the SF sample revealed a decrease in the optical activity of the polycrystalline component – the corresponding probability values were lower, indicating the aseptic nature of the inflammation in the operated hip joint.

Changes in the biochemical structure of the corresponding optically anisotropic component can be quantitatively characterized with a decrease in asymmetry and, on the contrary, an increase in the fourth grade statistical momentum:  $W_1^\alpha = 1,72$ ;  $W_2^\alpha = 0,15$ ;  $W_3^\alpha = 0,215$ ;  $W_4^\alpha = 2,12$ . Therefore, it characterizes the **aseptic type of inflammation at the time of revision hip arthroplasty, in accordance with the negative microbiological assessment result obtained in 8 days.**

The patient was recommended to unload the operated limb for 12 weeks and was referred to the rehabilitation center at clinic “Angelholm” for further treatment. The follow-up visit was performed 12 months after surgery. The patient walked with full weight bearing without walking aid. Radiograph showed complete remodeling and integration of the allograft bone forming solid acetabular bottom, no signs of periprosthetic bone resorption or components instability. Densitometry showed osteopenia grade I, osteotropic therapy was prescribed.





**Fig. 9. Radiograph of the patient S. 12 months after right hip revision arthroplasty. Complete remodeling and integration of the allograft bone forming solid acetabular bottom.**

No signs of infection were found. The patient remains under family doctor's supervision.

### Conclusions

1. A structural-logical scheme and a description of the differential diagnosis of aseptic and septic loosening after total hip replacement have been developed and substantiated by Mueller-matrix reproduction (reconstruction) distributions of the circular and linear birefringence polycrystalline SF films.

2. In the framework of the statistical approach to the analysis of the structure of the coordinate distributions of the CB values of SF polycrystalline films of patients from the control group (group 1) and research groups (group 2 and group 3) of patients with different severity of the hip joint pathology:

3. the effectiveness of the Mueller-matrix method of tomographic reconstruction of the coordinate distributions of the magnitude of CB in the differentiation of aseptic and septic loosening after total hip replacement;

- high efficiency of the Mueller-matrix method of correlation analysis of tomographic reconstruction data of the coordinate distributions of the CB magnitude in the differentiation of aseptic and septic loosening after total hip replacement.

3. Clinical implementation of Mueller-matrix microscopy of polycrystalline films in synovial fluid showed high accuracy and specificity and matched the culture test results obtained 12 days after samples were collected.

### References

1. Васюк В. Л. Диференційна діагностика септичних та асептичних артритів, місце та роль поляризаційно-мікроскопічних та спектрополяризаційних методик / Васюк В. Л., Кваснюк Д.І., Ушенко О.Г., Васюк С.В. // Монографія. – Чернівці : ВДНЗУ «Буковинський державний медичний університет», 2016. – 200 с.

2. Wang X. Propagation of polarized light in birefringent turbid media: a Monte Carlo study / X. Wang,



L.-H. Wang // J. Biomed. Opt. – 2002. – Vol. 7. – P. 279-290.

3. Tuchin V. V. Handbook of optical biomedical diagnostics / V. V. Tuchin. – Bellingham : SPIE Press, 2002. – 1110 p.

4. Yao G. Two-dimensional depth-resolved Mueller matrix characterization of biological tissue by optical coherence tomography / G. Yao, L. V. Wang // Opt. Lett. – 1999. – V. 24. – P. 537-539.

5. Tower T. T. Alignment Maps of Tissues: I. Microscopic Elliptical Polarimetry / T. T. Tower, R. T. Tranquillo // Biophys. J. – 2001. – Vol. 81. – P. 2954-2963.

6. Lu S. Interpretation of Mueller matrices based on polar decomposition / S. Lu, R. A. Chipman // J. Opt. Soc. Am. A. – 1996. – Vol. 13. – P. 1106-1113.

7. Ghosh Nirmalya. Techniques for fast and sensitive measurements of two-dimensional birefringence distributions / Nirmalya Ghosh, I. Alex Vitkin // Journal of Biomedical Optics. – 2011. – № 16(11). – P. 110801.

8. V. V. Tuchin, L. Wang, and D. A. Zimnyakov, Optical Polarization in Biomedical Applications, New York, USA (2006).

9. Angelsky, O.V., Maksimyak, A.P., Maksimyak, P.P., Hanson, S.G., “Optical correlation diagnostics of rough surfaces with large surface inhomogeneities,” Optics Express, 14 (16), 7299-7311(2006).

10. Dubolazov, A.V., Koval, G.D., Zabolotna, N.I., Pavlov, S.V. Fractal structure of optical anisotropy Mueller-matrices images of biological layers (2013) Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 9066, 90661W.

11. Ushenko, V.A., Sidor, M.I., Marchuk, Yu.F., Pashkovskaya, N.V., Andreichuk, D.R. Azimuth-invariant mueller-matrix differentiation of the optical anisotropy of biological tissues (2014) Optics and Spectroscopy (English translation of Optika i Spektroskopiya), 117 (1), pp. 152-157.

12. Ushenko, V.A., Pavlyukovich, N.D., Trifonyuk, L. Spatial-frequency azimuthally stable cartography of biological polycrystalline networks (2013) International Journal of Optics, 2013, 683174.

13. Ushenko, V.A., Zabolotna, N.I., Pavlov, S.V., Burcovets, D.M., Novakovska, O.Yu. Mueller-matrices polarization selection of two-dimensional linear and circular birefringence images (2013) Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 9066, 90661X .

14. Ushenko, V.O. Two-dimensional mueller matrix phase tomography of self-similarity birefringence structure of biological tissues (2012) Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 8487, 84870W.

## **МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ В ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІЙ ДІАГНОСТИЦІ АСЕПТИЧНОЇ ТА СЕПТИЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЕНДОПРОТЕЗА КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА**

**Васюк В.Л., Процюк В.В.,\* Васильчишин Я.М.,\* Васюк С.В.\***

**Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний  
медичний університет», Кафедра травматології та ортопедії, м. Чернівці  
\*Шведсько-Український медичний центр Angelholm, м. Чернівці, Україна**

*Реферат. Стаття включає Структурно-логічні схеми та аналітичний опис різних діагнозів при асептичній та септичній нестабільності після тотального ендопротезування кульшового суглоба з застосування методів диференційного планування за матрицею Мюллера розподілів кільцевого подвійного променезаломлення (КПП) у полікроста-*

лічних плівках синовіальної рідини (СР); статистичний аналіз розподілів КПП у полікристалічних плівках СР, отриманих від пацієнтів контрольної групи та груп пацієнтів з різними патологіями кульшового суглоба; результати визначення ефективності методу диференційного планування за матрицею Мюллера розподілів КПП у полікристалічних плівках СР методом інформаційного аналізу на основі визначення чутливості, специфічності та точності техніки поляризаційної томографії; клінічний приклад застосування методів поляризаційної томографії при диференціальній діагностиці асептичної та септичної нестабільності ацетабулярної чашки після тотального ендопротезування кульшового суглоба. **Вступ.** Стандартні процедури ранньої діагностики запалення суглобів людини є приблизними та включають збір анамнезу, клінічне обстеження, біохімічну, мікробіологічну та цитологічну оцінку, проте вони не можуть дати швидку та остаточну відповідь, тобто наразі ми не маємо швидкого, точного та зручного діагностичного методу для диференціації асептичного запалення прилеглих до ендопротезу тканин від септичного. **Метою** цього дослідження був аналіз ефективності методів планування за матрицею Мюллера розподілів кільцевого подвійного променезаломлення у полікристалічних плівках синовіальної рідини для диференціації асептичної та септичної нестабільності після тотального ендопротезування кульшового суглоба. **Матеріали та методи.** Структурно-логічна схема диференційної томографії за матрицею Мюллера полікристалічної структури плівок синовіальної рідини. Реконструкція за матрицею Мюллера КПП полікристалічних плівок СР кульшового суглоба для диференціації септичної та асептичної нестабільності після тотального ендопротезування кульшового суглоба. **Результати.** Структурно-логічна схема та опис диференційної діагностики асептичної та септичної нестабільності після тотального ендопротезування кульшового суглоба було розроблено та обґрунтовано шляхом відтворення (реконструкції) на матриці Мюллера розподілів кільцевого та лінійного подвійного променезаломлення полікристалічних плівок синовіальної рідини. В рамках статистичного підходу до аналізу структури координатного розподілу значень КПП у полікристалічних плівках СР пацієнтів з контрольної групи (група 1) та дослідних груп (групи 2 та 3) пацієнтів з різним ступенем тяжкості патології кульшового суглоба встановлено ефективність методу томографічної реконструкції за матрицею Мюллера координатного розподілу величини КПП для диференціації асептичної та септичної нестабільності після тотального ендопротезування кульшового суглоба та високу ефективність методу з використанням матриці Мюллера при кореляційному аналізі томографічної реконструкції даних про координатний розподіл величин КПП для диференціації асептичної та септичної нестабільності після тотального ендопротезування кульшового суглоба. Клінічне впровадження методу мікроскопічного дослідження з залученням матриці Мюллера полікристалічних плівок синовіальної рідини продемонструвало високу точність та специфічність, а також відповідність результатам мікробіологічного аналізу, які було отримано через 12 днів після відбору зразків.

**Ключові слова:** поляризація, томографія, діагностика, ендопротезування кульшового суглоба, ревізійне ендопротезування.



## МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ АСЕПТИЧЕСКОЙ И СЕПТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Васюк В. Л., Процюк В. В.,\* Васильчишин Я. Н.,\* Васюк С. В.\*

Высшее государственное учебное заведение Украины «Буковинский  
государственный медицинский университет»,

Кафедра травматологии и ортопедии, г.Черновцы

\*Шведско-Украинский медицинский центр Angelholm, г. Черновцы, Украина

**Реферат.** Статья включает структурно-логические схемы и аналитическое описание различных диагнозов при асептической и септической нестабильности после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с применением методов дифференциального планирования с применением матрицы Мюллера распределений кольцевого двойного лучепреломления (КДЛ) в поликристаллических пленках синовиальной жидкости (СЖ); статистический анализ распределений КДЛ в поликристаллических пленках СЖ, полученных от пациентов контрольной группы и групп пациентов с различными патологиями тазобедренного сустава; результаты определения эффективности метода дифференцированного планирования с использованием матрицы Мюллера распределений КДЛ в поликристаллических пленках СЖ методом информационного анализа на основании определения чувствительности, специфичности и точности техники поляризационной томографии; клинический пример применения методов поляризационной томографии при дифференциальной диагностике асептической и септической нестабильности ацетабулярной чашки после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. **Вступление.** Стандартные процедуры ранней диагностики воспаления суставов человека являются приблизительными и включают сбор анамнеза, клиническое обследование, биохимическую, микробиологическую и цитологическую оценку, однако они не могут дать быстрый и окончательный ответ, то есть в настоящее время у нас нет быстрого, точного и удобного диагностического метода для дифференциации асептического воспаления прилегающих к эндопротезу тканей от септического. **Целью** данного исследования был анализ эффективности методов планирования с использованием матрицы Мюллера распределений кольцевого двойного лучепреломления в поликристаллических пленках синовиальной жидкости для дифференциации асептической и септической нестабильности после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. **Материалы и методы.** Структурно-логическая схема дифференциальной томографии с использованием матрицы Мюллера поликристаллической структуры пленки СЖ тазобедренного сустава для дифференциации септической и асептической нестабильности после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. **Результаты.** Структурно-логическая схема и описание дифференциальной диагностики септической и асептической нестабильности после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава была разработана и обоснована путем воспроизведения (реконструкции) на матрице Мюллера распределений кольцевого и линейного двойного лучепреломления поликристаллических пленок синовиальной жидкости. В рамках статистического подхода к анализу структуры координатного распределения значений КДЛ

в поликристаллических пленках СЖ пациентов контрольной группы (группа 1) и групп исследования (группы 2 и 3) пациентов с различной степени тяжести патологией тазобедренного сустава установлена эффективность метода томографической реконструкции с использованием матрицы Мюллера при корреляционном анализе томографической реконструкции данных о координатном распределении величин КДЛ для дифференциации асептической и септической нестабильности после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Клиническое внедрение метода микроскопического исследования синовиальной жидкости продемонстрировало высокую точность и специфичность, а также соответствие результатам микробиологического анализа, полученным через 12 дней после отбора образцов.

**Ключевые слова:** поляризация, томография, диагностика, эндопротезирование тазобедренного сустава, ревизионное эндопротезирование

**Відомості про авторів:**

**Васюк Володимир Леонідович**, д.мед.н., професор, завідувач кафедри травматології та ортопедії, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна  
Тел. ; e-mail: drvasyuk@gmail.com,

**Процюк Віктор Васильович**, аспірант, ТОВ «Шведсько-Українська клініка «Angelholm»», м. Чернівці, Україна  
Тел. ; e-mail: dr.protsiuk@gmail.com

**Васильчишин Ярослав Миколайович**, к.мед.н., доцент, головний лікар, ТОВ «Шведсько-Українська клініка «Angelholm»», м. Чернівці, Україна  
Тел. ; e-mail: allakaro@hotmail.com

**\*Васюк Сергій Володимирович**, к.мед.н., ординатор ортопедичного відділення, ТОВ «Шведсько-Українська клініка «Angelholm»», м. Чернівці, Україна  
Тел. ; e-mail: vasiuk.ser@gmail.com

**Information about the authors:**

Prof. D.Sc. **V.L. Vasyuk**, Bukovinian State Medical University,  
e-mail: drvasyuk@gmail.com

M.D. **V.V. Protsiuk**, Bukovinian State Medical University,  
e-mail: dr.protsiuk@gmail.com;

Ph.D **Y. M. Vasylychshyn**, Bukovinian State Medical University,  
e-mail: allakaro@hotmail.com;

Ph. D **S.V. Vasiuk**, Swedish-Ukrainian clinic “Angelholm”,  
e-mail: vasiuk.ser@gmail.com.

**Сведения об авторах:**

**Васюк Владимир Леонидович**, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Буковинский государственный медицинский университет, г.Черновцы, Украина

Тел. ; e-mail: drvasyuk@gmail.com



**Процюк Виктор Васильевич**, аспирант, ООО «Шведско-Украинская клиника «Angelholm»», г. Черновцы, Украина

Тел. ; e-mail: dr.protsiuk@gmail.com

**Васильчишин Ярослав Николаевич**, к.м.н., доцент, главврач, ООО «Шведско-Украинская клиника «Angelholm»», г. Черновцы, Украина

Тел. ; e-mail: allakaro@hotmail.com

**Васюк Сергей Владимирович**, к.м.н., ординатор ортопедического отделения, ООО «Шведско-Украинская клиника «Angelholm»», г. Черновцы, Украина

Тел. ; e-mail: vasiuk.ser@gmail.com

**Для кореспонденції:** Васюк Владимир Леонидович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Буковинский государственный медицинский университет, г.Черновцы, Украина.

E-mail: drvasyuk@gmail.com,

**For correspondence:** Prof. D.Sc. V.L. Vasyuk, Bukovinian State Medical University.

E-mail: drvasyuk@gmail.com

**Для корреспонденции:** Васюк Владимир Леонидович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Буковинский государственный медицинский университет, г.Черновцы, Украина.

E-mail: drvasyuk@gmail.com,