

# CONSISTENT PATTERNS AND PECULIARITIES OF DISRHYTHMIA OF KIDNEY FUNCTION UNDER THE EFFECT OF SMALL DOSES OF THALLIUM, CADMIUM AND PLUMBUM

*Pichak V.P., Bojchuk T.N.*

**Abstract.** In experiments on male albino rats a 30 days' influence of a 0.5 mg/kg dose of thallium and plumbum chloride, 0.05 mg/kg dose of cadmium chloride on the chronorhythms of excretory, acid excretory and ion-regulating kidney function was investigated.

It was found out that the experimental doses of cadmium and plumbum caused more marked dysrhythmia of processes of the sodium renal transport with signs of damage of the proximal nephron portion.

A decrease of mediodiurnal levels of diuresis and glomerular filtration, high mesors of the excretion of acidic valencies pointed to a disorder of the excretory and acid excreting kidney function due to cadmium and plumbum intoxication.

Thallium mainly injured the distal nephron department. The restructure of chronorhythms of the excretory and acid excreting kidney functions was of a compensatory nature.

**Key words:** biorhythms, thallium, cadmium, plumbum, kidney

Bukovinian State Medical Academy (Chernivtsi)

---

УДК 616.15-073

*В.П. Пішак, П.М. Григоришин, С.Г. Гумінецький, Л.Й. Подкамень,  
Н.В. Черновська*

## ПОЛЯРИМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗСІЮВАННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Буковинська державна медична академія  
Чернівецький державний університет ім. Ю.Фельковича

**Ключові слова:** еритроцити, плазма крові, лазерна поляриметрія

**Резюме.** В роботі приводяться результати експериментальних досліджень методів розсіяння світла (МРС) еритроцитів та плазми крові з використанням малопотужного випромінювання НЕ-НЕ лазера  $\lambda=633\text{нм}$ . МРС дають вичерпну інформацію про розмір, форму, структуру, орієнтацію часток дисперсного середовища та динаміку їх зміни в часі або під дією різноманітних зовнішніх чинників.

Структура МРС еритроцитів і плазми крові має вісім ненульових компонент, що характерно для системи ізотропно розсіюючих частинок.

В роботі також приведені температурні залежності величин компонент МРС білків: папаїну і лізоциму в межах зміни температури від  $20^{\circ}\text{C}$  до  $60^{\circ}\text{C}$  при фіксованому куті розсіяння  $\alpha=90^{\circ}$ . Вони вказують на велику чутливість деяких компонент МРС ( $f_{22}$  і  $f_{12}$ ) до зміни температури, що може бути використано при вивченні конформаційних перетворень білкових структур.

**Вступ.** Стрімкий розвиток лазерної техніки стимулює активне використання оптичних квантових генераторів при вирішенні різноманітних задач в біології та медицині, в основу яких покладені методи світлорозсіюючих середовищ. Серед них особливе місце займають поляриметричні методи, які дають вичерпну інформацію про розмір, форму, структуру, орієнтацію часток дисперсного середовища та динаміку їх змін в часі або під дією різноманітних зовнішніх чинників.

Якщо обмежитись системами "м'яких" часток з малим значенням як дійсної частини  $m$  (1,02 – 1,20), так і уявної частини  $\varepsilon$  ( $10^{-5}$ - $10^{-2}$ ) відносного показника заломлення  $n=m+i\varepsilon$  для довжини хвилі  $\lambda=633$  нм (He-Ne лазер), до яких відноситься більшість біоб'єктів: формені елементи крові, тканини і т.п., з врахуванням їх різної форми (сфери, циліндри, диски, еліпсоїди), то основною теоретичного розрахунку взаємодії лазерного випромінювання з системи вказаних часток є співвідношення аномальної дифракції, теорії Релея-Ганса-Дебая та Т-методу, розвинутого для часток несферичної форми [1 - 4].

Експериментальною основою поляриметричних досліджень є матричний метод оптики світлорозсіюючих середовищ та ряд методів лазерної поляризаційної нефелометрії [1, 4].

**Матеріали і методи.** У даній роботі автори, приводячи результати експериментальних досліджень, акцентують увагу на деяких особливостях матричного методу оптики світлорозсіюючих середовищ та методів лазерної поляриметрії при вивченні біоб'єктів. В роботі визначені поляризаційні характеристики світлового поля, які найбільш доцільно використовувати при якісному і кількісному аналізі оптико-геометричних параметрів часток біоб'єкту і його орієнтаційного параметру, а також виділені експериментальні ситуації, що є діагностично актуальними.

Повну інформацію про характер пружнього розсіювання лазерного випромінювання можна отримати при вектор-параметричному представленні розсіюючого та опромінюючого світлових пучків та матричного опису дисперсного середовища, коли для дальньої зони світлового поля ( $r \gg 1$ ) [4, 5], маємо:

$$|S_i| = \frac{1}{r} |F_{ik}| |S_k| \quad (1)$$

де  $S_k$  і  $S_i$  – параметри Стокса падаючого і розсіяного світлових пучків, відповідно, а  $F_{ik}$  – матриця розсіювання світла (МРС), що характеризує об'єкт дослідження, має в загальному вигляді 16 компонент і для полідисперсних часток визначається таким чином [4, 6]:

$$F_{ik} = \int_{\alpha_{\min}}^{\alpha_{\max}} \int_{m_{\min}}^{m_{\max}} f(\alpha, m) F_{ik}(\alpha, m) \int dm d\alpha \quad (2)$$

У рівнянні (2)  $F_{ik}(\alpha, m)$  – компоненти МРС окремої частинки,  $f(\alpha, m)$  – функція розподілу часток за розміром і за значенням дійсної частини відносного показника заломлення  $m$ , для більшості білків та часток органічного походження обмежимося гамма розподілом за розміром для кожного фіксованого значення  $m$  [5],  $\alpha$  - кут розсіювання між напрямками падаючого та розсіяного променів у горизонтальній площині референції.

Принципова схема експериментальної установки (на базі He-Ne лазера) та методика визначення величини нормованих компонент МРС

описані в роботах [1, 4, 7]. При цьому використовуються світлові пучки малої потужності, щоб не змінити оптичних властивостей досліджуваних часток.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Проведені результати показали, що структура МРС еритроцитів у фізіологічному розчині та плазми крові має 8 ненульових компонент характерних для систем ізотропно розсіюючих часток. Хід кутової залежності нормованих значень  $f_{ik} = F_{ik}/F_{11}$  приведений на рис.1, де криві 1, 2 і 3 відносяться до компонент  $f_{22}$ ,  $f_{33}$  і  $f_{12}$  плазми крові, а криві 4, 5 і 6 -  $f_{12}$ ,  $f_{22}$  і  $f_{33}$  МРС еритроцитів, відповідно.

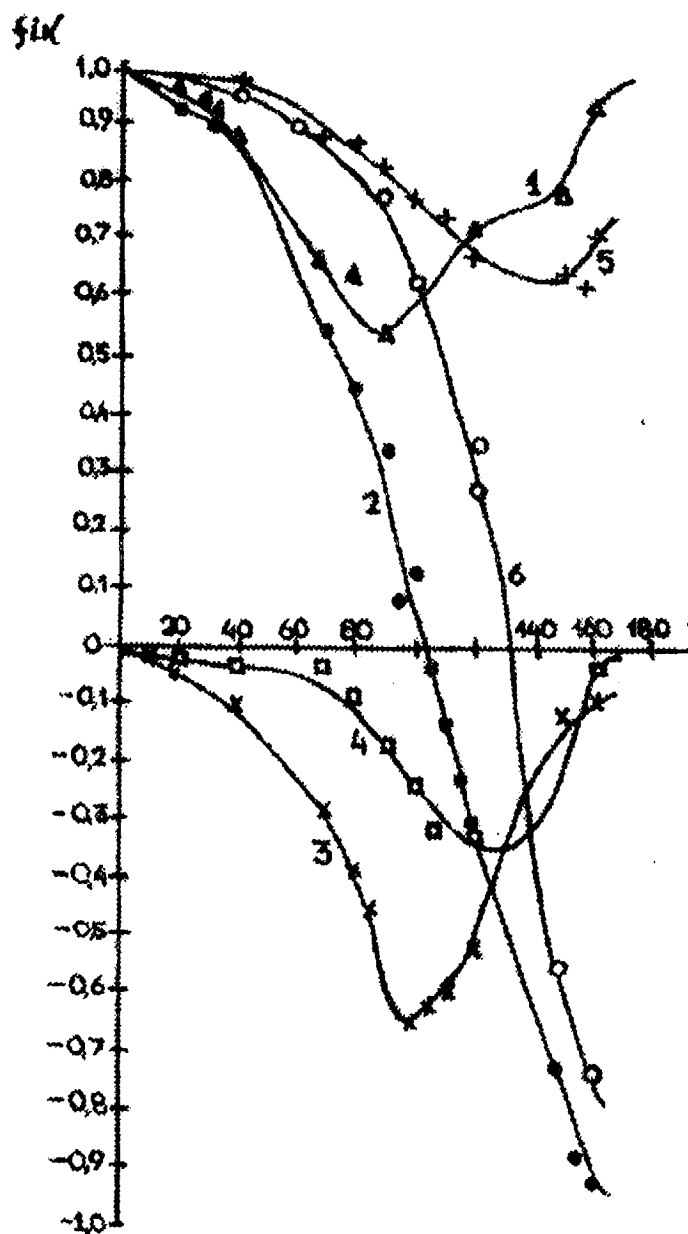


Рис. 1. Кутова залежність нормованих значень компонент МРС еритроцитів і плазми крові.

Одержані закономірності кутового розподілу  $f_{ik}$  чітко вказують на вміст у плазмі крові часток несферичної форми, що призводить до значних змін величин фактора деполаризації  $\Delta = 1 - \int_{22}^{\min} = 0,48$ , для системи сферичних часток  $f_{22}$  при будь-якому  $\alpha$ . Компонента  $f_{33}$  (крива 2, рис.1) має

нульове значення при  $\alpha=102^\circ$ , що відповідає параметру  $\rho = 2\pi r / \lambda = 6$ , тобто діаметру еквіоб'ємних сфер ( $d_{\text{екв}}=1,3$  мкм). Відносно невеликий розмір часток плазми крові (макромолекули, глобуліни) призводить до певної схожості кутової ходи компоненти  $f_{12}$  (крива 3, рис.1) до суто релеевського розсіювання, коли  $f_{12}$  досягає значення (-1) при  $\alpha=90^\circ$ .

Для еритроцитів у фізіологічному розчині характерним є суттєве зміщення в бік більших  $\alpha$  кута розсіювання, при якому  $f_{33}=0$  ( $\alpha=132^\circ$ , крива 6, рис.1), що викликано їх значно більшими розмірами відносно розсіюючих центрів плазми крові. В той же час, враховуючи кутову залежність  $f_{22}$  від  $\alpha$ , несферичність їх форми менша ( $\Delta=0,38$ ). Слід зазначити, що для виявлення відмінностей оптичних властивостей плазми різних груп крові визначення величини компонент  $f_{12}$ ,  $f_{22}$  і  $f_{33}$  досить проводити в області кутів розсіювання від  $80^\circ$  до  $120^\circ$ , а для одержання інформації про зміну геометричних параметрів еритроцитів у області від  $120^\circ$  до  $150^\circ$ .

Розглянемо можливості матричного методу дослідження конформаційних перетворень біоструктур за зміни температури простих білків – папаїну та мукопептиду – лізоциму (мурамідаза). При кімнатній температурі розчини лізоциму і папаїну мають структуру МРС, що відповідає ізотропно розсіюючому середовищу. Функціональна залежність компонент  $f_{22}$  і  $f_{12}$  від температури в межах від  $20^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$  при куті розсіювання  $\alpha=90^\circ$  представлена на рис.2, де криві 1, 2 відносяться до  $f_{22}$  і  $f_{12}$  МРС лізоциму, а (3,4) - папаїну. Зміна абсолютного значення компоненти  $f_{12}$  від 0,82 при  $20^\circ\text{C}$  до 0,23 при  $60^\circ\text{C}$  вказує на поступову денатурацію макромолекул лізоциму від глобулярної до лінійної форми, що супроводжується зміною лінійних розмірів та параметру несферичності макромолекул.

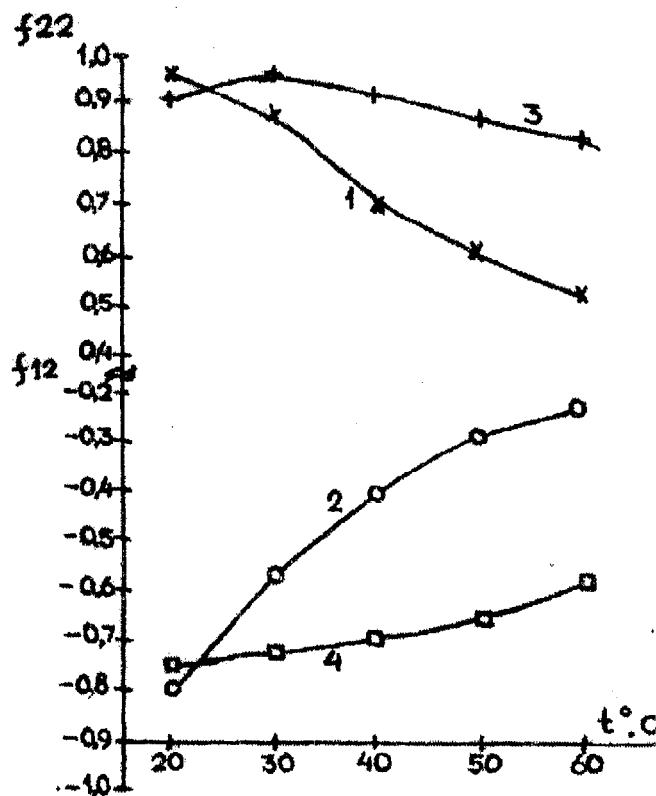


Рис. 2. Температурна залежність деяких компонент МРС простих білків.

Особливість динамічної зміни форми макромолекул лізоциму з підвищенням температури розчину підтверджується і характером компоненти  $f_{22}$  від  $t^{\circ}\text{C}$ , (крива 1, рис.2), коли фактор деполаризації розсіяного під кутом  $\alpha=90^{\circ}$   $\Delta$  випромінювання збільшується від 0,05 при  $t=20^{\circ}\text{C}$ . Це відповідає еліпсоїдальній формі макромолекул з параметром несферичності  $\varepsilon < 2$ , до  $\Delta=0,43$  при  $t=60^{\circ}\text{C}$ , що характерно для сильно витягнутих, стержнеподібних макромолекул.

#### Висновки.

1. Незалежно від оптичних властивостей розсіюючих часток дисперсного середовища при їх хаотичній орієнтації МРС має 8 ненульових компонент, параметри часток можуть впливати тільки на характер симетрії матриці.

2. Наявність переважної орієнтації часток призводить до 14-ти компонентної МРС, а при асиметрії часток і анізотропії їх поглинання ненульовими будуть всі 16 компонент матриці.

3. Асферичність форми розсіюючих часток можна оцінити за фактором деполаризації  $\Delta$  в області кутів розсіювання  $\alpha=90^{\circ}$  за значенням різниці  $|f_{33}-f_{44}|$  відхиленням компонент  $f_{33}$  і  $f_{44}$  від одиничного значення при  $\alpha=120^{\circ}$ . Найбільш чутливою до зміни форми є компонента  $f_{34}$  ( $f_{43}$ ), але ця особливість чітко виражена тільки для монохроматичних часток.

4. Розмір неоднорідностей дисперсного середовища оцінюється за величиною кута розсіювання  $\alpha$ , на який припадає нульове значення компоненти  $f_{33}$ , з врахуванням теоретичних розрахунків [9]. Крім того, збільшення розмірного параметру часток у порівнянні з релеєвськими ( $\rho = 2\pi r / \lambda = 1$ ) супроводжується зміщенням в бік більше  $90^{\circ}$  кутів  $\alpha$ , при яких реалізується максимум компоненти ( $f_{12}$ ), при цьому абсолютне значення його зменшується.

**Література.** 1. Приезжаев А.В., Тучин В.В., Шубочнин Л.П. Лазерная диагностика в биологии и медицине. – М.: Наука, 1989 – 238 с. 2. Лопатин В.Н., Сидько Ф.Я. Введение в оптику взвесей гидрозолей. – Новосибирск: Наука, 1988. – 240 с. 3. Barber P.W., Yeh C. Scattering of electromagnetic waves by arbitrary shaped dielectric bodies // *Ibid.* - 1975. – Vol. 14, №12. – P. 2864 – 2872. 4. Барен К., Хафмен Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. – М.: Мир, 1986. – 660с. 5. Сидько Ф.Я., Лопатин В.Н., Парамонов Л.Е. Поляризационные характеристики взвесей биологических частиц. – Новосибирск: Наука, 1990. – 119 с. 6. Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. – М.: Мир, 1971. – 166 с. 7. Архелюк А.Д. Експериментальне дослідження поляризованого світла системою орієнтованих частинок. Автореф. дис. канд. фіз.-мат. наук.: Чернівці, 1996. – 26 с. 8. Arheluk A. D., Podkamen L.I. Suvorov I.K. Laser studies of biopolymer conformation changes. The 3-rd International Conference on Laser Scattering Spectroscopy and Diagnostics of Biological Objects. - Moscow. - 1990. - P.18 – 21. 9. Шифрин К.С., Зельманович И.И. Таблица по светорассеянию. Л.: Гидрометиздат, Т.2, 1968. – 471 с.

### POLARIMETRIC STUDIES OF LASER RADIATION DISPERSAL ON BIOLOGICAL OBJECTS

V.P. Pishak, P.M. Grygoryshyn, S.G. Guminetsky, L.J. Podkamen, N.V. Chernovska

**Abstract.** The research deals with the results of experimental studies of light dispersal techniques (LDT) with regard to the erythrocytes and blood plasma, using HE-NE laser radiation  $\alpha=633\text{nm}$  of low intensity. LDT give exhaustive information as to the size, shape, structure, ori-

entation of the particles of the dispersive medium as well as the dynamics of their change in the course of time or under the influence of diverse external factors.

The structure of LDT of both erythrocytes and blood plasma possesses eight nonzero components that is distinctive of the system of isotropically dispersed particles.

The paper also adduces temperature dependences of the values of LDT components of the proteins: papain and lysozyme within the range of temperature change from 20<sup>o</sup> C to 60<sup>o</sup> C, the scattering fixed angle being  $L=90^{\circ}$ . They are indicative of high sensitivity of certain components of LDT ( $f_{22}$  and  $f_{12}$ ) in relation to temperature variations. This circumstance may be used in the process of studying of conformation transformations of protein structures.

**Key words:** erythrocytes, blood plasma, laser polarimetry.

Bukovinian State Medical Academy (Chemivtsi)  
Yu.Fedkovich State University (Chemivtsi)

---