УДК 615.84

В.В. Шалімов
М.Ф. Терещенко

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИМІРУ ПАРАМЕТРІВ ПРОНИКНЕННЯ ЛІКІВ В БІОСЕРЕДОВИЩІ

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Анотація. *Трансдермальні методи введення ліків стають дедалі більш популярними, тому потрібні новітні та точніші методи та інструменти для визначення параметрів проникання ліків у біологічну тканину (БТ)[1]. Пропонується нова методика вимірювання параметрів проникання у біологічну тканину та інструменти для її реалізації з оцінкою фізіологічного стану БТ . Завдяки застосуванню нового алгоритму збільшується точність вимірювання швидкості та глибини проникання ліків у біологічну тканину [2]. Ця методика, інструменти та алгоритм значно покращують ефективність трансдермального введення ліків, ефективність ультразвукового впливу на тканину, більш точно визначають її фізіологічний стан. Запропоновані інструменти та їх апаратна реалізація забезпечують точне вимірювання температури біологічних тканин і глибин.*

Ключові слова: вимір параметрів проникнення, оцінка фізіологічного стану БТ, вплив температури на точність реєстрації параметрів проникнення.

Abstract. *Transdermal methods of drug delivery are becoming more popular every year, so new and more accurate methods and tools are needed to determine the parameters of drug penetration into biological tissue (BT)[1]. A new method of measuring the parameters of penetration into biological tissue and tools for its implementation with the assessment of the physiological state of BT is proposed. Thanks to the application of a new algorithm, the accuracy of measuring the speed and depth of drug penetration into biological tissue is increased. This method, tools and algorithm significantly improve the efficiency of transdermal drug delivery, the efficiency of ultrasound impact on the tissue, more accurately determine its physiological state. The proposed tools and their designs provide accurate measurement of the temperature of biological tissues.*

Key words: measurement of penetration parameters, assessment of physiological state of BT, influence of temperature on the accuracy of registration of penetration parameters

Трансдермальні методи введення лікарських препаратів в глибину біологічної тканини мають переваги, проте проблема складається в визначенні параметрів глибини та швидкості проникнення лікарського засобу в тканину [3,4]. Тому для вирішення даної задачі було обрано метод визначення залежності значень електропровідності від частоти зондуючого струму, яке відбувається підбором частот, під впливом яких відбувається максимальне збільшення електропровідності, що визначається коефіцієнтом поляризації[5,6]. Для збільшення точності виміру було додано датчик виміру температури [7,8].

Систему автоматизованого виміру параметрів проникнення ліків (САВППЛ) в біологічну тканину ілюструє блок-схемою, яка зображена на рисунку 1 , де: 1 – генератор імпульсів; 2 – формувач сигналу з комбінованими електродами; 3 –вимірювальний пристрій – осередок для біологічної структури; 4 – підсилювач; 5 – вольтметр; 6 – універсальний осцилограф; 7 - випромінювач ультразвуку; 8 - лікарський засіб; 9 – вимірювач температури.

Визначити дисперсію D_1 глибини проникнення лікарськго засобу, не використовуючи ультразвук, при визначеній температурі можливо за формолою:

$$D_1 = S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - X)^2}{N_1 - 1} \quad (1)$$

де S_1 – середньоквадратичне відхилення виміряних значень глибинипроникнення;

N_1 – кількість дослідів;

X_i – значення досліджуваного параметру виміряних значень глибини проникнення;

Значення різниці дисперсії ΔD визначають за формулою: $\Delta D = D_1 - D_2$ (2)

Швидкість V зміни дисперсії визначається за формулою: $V = \frac{\Delta D}{\Delta t}$ (3)

Електрична провідність g визначається за формулою: $g = \frac{l}{R*S}$ (4)

Різниця електричної провідності Δg обраховується за формулою: $\Delta g = g - g^o$ (5)

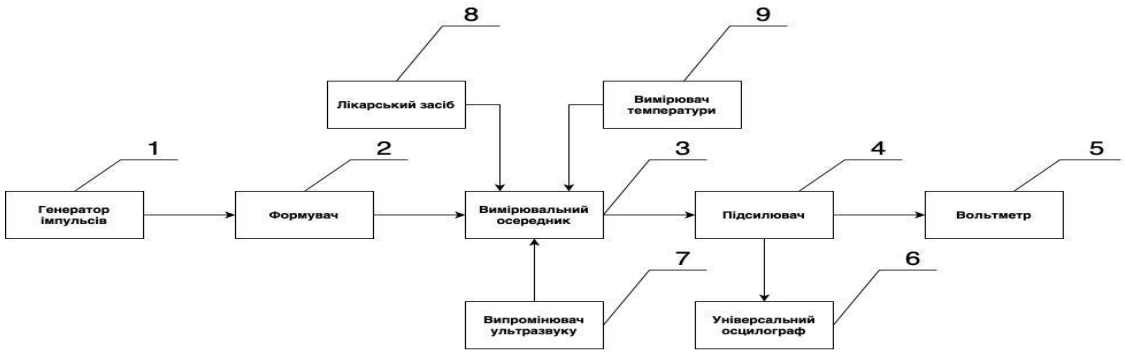

Рисунок 1. Систему автоматизованого виміру параметрів проникнення ліків

В систему автоматизованого виміру параметрів проникнення ліків входить: 1 – генератор імпульсів; 2 –формувач сигналу з комбінованими електродами; 3 –вимірювальний пристрій – осередок для біологічної структури; 4 – підсилювач; 5 – вольтметр; 6 – універсальний осцилограф; 7 - випромінювач ультразвуку; 8 - лікарський засіб; 9 – вимірювач температури.

Таким чином використання нового алгоритму обробки (1-5) в САВППЛ забезпечує суттєве підвищення достовірності та точності отриманих результатів вимірювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Паньков С.Б. Залежність параметрів проникнення фармакологічних препаратів у біологічну тканину від дії ультразвукових коливань різної інтенсивності / Паньков С.Б., Терещенко М.Ф. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 29(68), №4, ч.1, 2018. – С.61-66.

[2] Терещенко М.Ф. Визначення глибини проникнення фармакологічних препаратів у біологічний об'єкт при ультрафонофорезі/ Терещенко М.Ф., Тимчик Г.С., Паньков С.Б., Чухраєв М.В. //Вісник КПІ ім. Ігоря Сікорського, серія: Приладобудування, №56(2), 2018 . – С. 97-103.

[3] L. Feng, M. Rajchl, J. White, A. Goela, T. Peters. 2013. Generation of Synthetic 4D Cardiac CT Images for Guidance of Minimally Invasive Beating Heart Interventions. Information Processing in Computer-Assisted Interventions. 7915: 11–20.

[4] Терещенко М. Ф., Кирилова А. В. Оцінка впливу ультразвукового сигналу на біологічні тканини // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Приладобудування. 2010. №39. С. 130 – 136

[5] Dolotov L.E., Sinichkin Yu.P., Tuchin V.V., Utz S.R., Altshuler G.B., I.V. Yaroslavsky. Design and Evaluation of a Novel Portable Erythema-Melanin-Meter // Lasers in Surgery and Medicine. – 2004. – V. 34. – P. 127-135.

[6] Sergey Matvienko, Vadim Shevchenko, Mykola Tereshchenko, Anatolii Kravchenko, Ruslan Ivanenko, "Determination of composition based on thermal conductivity by thermistor direct heating method", Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/5 (103), pp. 19–29, 2020. doi: 10.15587/1729-4061.2020.193429.

[7] Cheong W.-F., Prahl S.A., Welch A.J. A Review of the Optical Properties of Biological Tissues // IEEE Journal of Quantum Electronics. – 1990. – V. 26, №12. – P. 2166-2185.

[8] Біомедичні оптико-електронні інформаційні системи і апарати. Ч.3. – Лазерні біомедичні системи : навчальний посібник / [Кожем'яко В. П., Готра З. Ю., Павлов С. П. та ін.]. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 143 с.

Терещенко Микола Федерович *– к.т.н., доцент КПІ імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, e-mail : agfarkpi@i.ua*

Шалімов Володимир Володимирович *– студент КПІ імені Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, e-mail : sova.vowa2015@gmail.com*

Tereshchenko Mykola Fedorovych *– Ph.D., associate professor, "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine, e-mail: agfarkpi@i.ua*

Shalimov Volodymyr Volodymyrovych *– student, "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine, e-mail: sova.vowa2015@gmail.com*