

<p>Сокурєнко В.М., Недилук Д.С. Восстановление сложных роговичных поверхностей в точечном топографере</p> <p>Представлены результаты численного исследования алгоритма восстановления асферической формы роговичной поверхности, разработанного для метода последовательной (точечной) топографии роговицы. Выполнен анализ функциональных возможностей и точности алгоритма при разных режимах восстановления поверхности. Даны рекомендации относительно применения полиномов Цернике при определении формы роговичной поверхности.</p>	<p>Sokurenko V.M., Nediluk D.S. In a point-source topographer</p> <p>The results of numerical investigations are presented for the algorithm, developed to reconstruct aspheric corneal surface shapes in the point-source (spot) corneal topographers. The analysis of functional possibilities and the accuracy of the algorithm is performed under different surface reconstruction modes. The recommendations are established for the effective use of Zernike polynomials describing a corneal surface shape.</p>
--	---

Надійшла до редакції
25 травня 2008 року

УДК 615.849.19:577.1+579.8

ВПЛИВ РЕЖИМІВ СВІТЛОВОГО ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕРИТРОЦИТИ БАРАНА

¹⁾Клочко Т.Р., ¹⁾Дастжерді А.Х.М., ²⁾Коваленко Є.О., ³⁾Карпова І.С., ²⁾Гетьман К.І., ²⁾Сацук О.В., ²⁾Підгорський В.С., ¹⁾Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ²⁾Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, ³⁾Інститут молекулярної біології та генетики НАН України, м. Київ, Україна

В роботі йдеться про дослідження впливу електромагнетного випромінювання світлового діапазону на еритроцити барана. Виявлено основні режими, що найбільш впливають на цей процес

Вступ

Вплив електромагнетного випромінювання на живі біологічні об'єкти супроводжується зміною структурного складу біологічної тканини, зміною енергетичних параметрів та метаболічних реакцій організму в цілому. Нагальною проблемою сучасної медицини є створення нових методик, нової техніки, що забезпечували б якомога інтенсивніший лікувальний результат без побічних ефектів. В цьому сенсі запропоновані [1, 2, 3] принципи систем полягають у формуванні інтегрованих режимів випромінювання для немедикаментозного впливу на живі істоти.

Існуючі наразі у сучасній медицині технічні засоби, які призначені для фізіотерапевтичного лікування впливом електромагнетного випромінювання у світловому діапазоні, використовують джерела або когерентного, або некогерентного випромінювання [1, 2, 3]. Розвиток методів впливу на біологічний об'єкт і побудови схемотехніки цих пристроїв здебільшого обумовлений наявністю компонентної бази. Незважаючи на досить тривалий час застосування

подібних методів фізіотерапії (лазерної терапії та світлолікування) питання про відмінності або переваги застосування когерентного та некогерентного випромінювання досі залишається предметом суперечок науковців. Проте, як саме реагує біологічний об'єкт на рівні одиничної структури (клітини), на рівні цілісної системи організму на зміну типу та параметрів випромінювання, який саме параметр випромінювання є найбільш впливовим є актуальною проблемою теоретичних та експериментальних досліджень взаємодії електромагнетних полів технічних та біологічних об'єктів.

Отже, дослідження біологічного ефекту від впливу випромінювання світлового діапазону з різними режимами мають велике значення для подальшого розвитку медичних фізіотерапевтичних засобів, удосконалення режимів їх роботи та лікувальної дії. Звідсіля випливає мета цієї роботи, що полягає в експериментальних дослідженнях впливу параметрів випромінювання на кров як найбільш застосованого біологічного об'єкта.

Обґрунтування основної гіпотези та постановки експерименту

Основа механізмів біологічної дії низькоенергетичного лазерного (когерентного, монохроматичного) випромінювання (НЛВ) на організм полягає в перетвореннях електромагнетного випромінювання, котрі викликають подальші реакції біологічної структури та всього організму. Теоретичні оцінки показують, що при впливі лазерним випромінюванням на біологічну структуру є можливим локальне нагрівання акцепторів [2, 3], яким може бути будь-який внутрішньоклітинний компонент, що має смугу поглинання для даної довжини хвилі випромінювання. Тобто гіпотезою є те, що початковим моментом запуску реакцій внаслідок біологічної дії НЛВ є не фотобіологічна реакція як така, а локальне нагрівання, що призводить до істотних змін властивостей молекул й є пусковим моментом реакції, індукованої лазерним випромінюванням.

Існують також гіпотези про виключний вплив на біологічну структуру шумової компоненти некогерентного світлового випромінювання, а також про втрату властивостей когерентності випромінюванням, яке поглинається біологічною структурою. Отже, на цю думку, найбільший вплив полягає у монохроматичності світлового випромінювання та селективній чутливості внутрішньоклітинних компонентів до спектру випромінювання.

Проте, створена, наприклад, фізична модель впливу НЛВ на біологічний об'єкт [4] базується на виключному впливі просторової когерентності випромінювання. Згідно цієї моделі біотропний ефект полягає у тому, що завдяки когерентності випромінювання освітлення в об'ємі речовини може набувати просторово-періодичного характеру (або інтерференційного, або спекл-структури) з періодом чергування світлих та темних ділянок, які можуть бути порівняні з розмірами клітин або клітинних органел. У подібних умовах високоградієнтного світлового розподілу виникають електричні поля (ефект Дембера), що можуть змінювати характер дії фотостимульованих реакцій, а також зарядовий стан мембран і суто клітини, і її органел, що призводить до зсувів у життєвому

циклі клітин. Тобто ця гіпотеза, яка підтверджена експериментально, доводить, що випромінювання при розповсюдженні в біологічній структурі не втрачає властивості просторової когерентності.

При цьому часова когерентність випромінювання, ефект впливу якої досить ще мало визначений, може найбільше впливати на реакції біологічної структури при застосуванні напівпровідникових лазерів, просторова когерентність яких не є високою. Як відомо, часова когерентність визначає характер розповсюдження коливань випромінювання у певному проміжку часу та стосується однієї точки поля у різні моменти часу. Часова когерентність випромінювання повністю визначається спектральним складом випромінювання.

Комплексна ступінь часової когерентності випромінювання має вираз [5]

$$\gamma_{12}(\tau) = |\gamma_{12}| \exp\{j[\alpha_{12}(\tau) - 2\pi\bar{\nu}\tau]\}, \quad (1)$$

де $\bar{\nu}$ – середня частота спектра випромінювання; τ – час затримки, $\alpha_{12}(\tau) = 2\pi\bar{\nu}\tau + \arg \gamma_{12}(\tau)$.

Тоді, згідно теореми Ван-Циттера-Церніке комплексна ступінь часової когерентності випромінювання:

$$\gamma_t(\tau) = \gamma_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} G(\nu) \exp(j2\pi\nu\tau) d\nu / \int_{-\infty}^{\infty} G(\nu) d\nu, \quad (2)$$

де $G(\nu) = g(\nu)g^*(\nu)$ – спектр випромінювання; $g(\nu)$ – перетворення Фур'є функції $V(t)$ світлового поля в певній точці в момент часу t .

Використовуючи вираз (2) можна визначити ступінь часової когерентності різноманітних джерел, що застосовано у медичних приладах. Проте, якщо під час роботи в імпульсному режимі випромінювання частота випромінювання змінюється, це призводить до зменшення ступеню часової когерентності випромінювання. При виборі схемотехнічного рішення щодо режимів роботи медичного приладу потрібно враховувати параметри випромінювання.

На підставі викладених гіпотез можна дійти висновку, що часова когерентність електромагнетного випромінювання має найбільший біологічний ефект, оскільки є обумовленим часовими та спектральними характеристиками випромінювання. Тобто повинна існувати відмінність параметрів біологічної структури, яка опромінена когерентним або некогерентним випромінюванням. Отже, попередні авторські практичні результати щодо визначення біологічного ефекту від впливу просторово-часової когерентності, яка більш притаманна газовим лазерам у порівнянні з напівпровідниковими, підтверджує вірність цієї думки. Отримані результати експериментальних досліджень щодо застосування напівпровідникових лазерів при лікуванні тварин повністю підтвердили авторську методику впливу низькоенергетичним інтегрованим світловим випромінюванням на біологічно активні зони хворої тварини, коли внаслідок використання створеної методики спостерігались зміни на краще складу крові [6].

Експериментальна частина

Для кращого з'ясування вибору та дослідження впливу типу та режимів світ-

лового випромінювання приладу на біологічний об'єкт обрано лектини рослин як показник активності біологічного ефекту.

Лектини є білками, що мають селективну здатність до оборотної взаємодії з вуглеводами без їх хімічних перетворень. Застосування лектинів для досліджень функцій клітинних мембран та їх структури є доцільним при визначенні порушень клітинного метаболізму, злоякісної трансформації клітин тощо. Отже, наразі є можливості застосування лектинів для лікування онкологічних захворювань, вірусних інфекцій, порушення імунітету тощо [7, 8, 9]. Тому обрання лектинів для досліджень впливу електромагнітного випромінювання на біологічні об'єкти може створювати нові перспективи для лікування значної кількості захворювань немедикаментозними методами.

Для визначення впливу використано рослинні лектини: лектин картофелю (стандартний), лектин зародків пшениці (стандартний), лектин бузини чорної, лектин омели білої (стандартний), лектин золотого дощу чайного (стандартний), лектин виноградного равлика (стандартний), фітогемаглютинин (стандартний).

Реакція гемаглютинації (РГА) проведена з еритроцитами барана методом дворазових серійних розведень в полістирольних планшетах з U-подібними лунками (Titertek, США) при кімнатній температурі згідно методики [10]. Гемаглютинуючу активність (ГАА) визначали як останнє розведення, при якому ще виявлена РГА, і виражали як титр⁻¹ РГА.

Вплив здійснено лазерними приладами типів «ПРОМІНЬ-12.1», «ПРОМІНЬ-12.2» [6] з різними насадками, які здійснюють метод одночасного лікувального впливу із застосуванням каналу спостереження за потужністю світлового випромінювання та налагодженням на стабільний режим роботи оптичного модулю. Прилади мають модулі частотної модуляції та потужності випромінювання для налагодження роботи приладу на відповідний режим для кожного конкретного випадку. Прилади містять оптичні модулі, в яких встановлені лазери на основі ZnCdSe, GaAs, які забезпечують вплив модульованим випромінюванням з довжинами хвилі 0,53 мкм потужністю 3,5 мВт і 0,65 мкм потужністю 4,6 мВт, а також світлодіоди з довжиною хвилі в 0,53 мкм потужністю 2,5 мВт.

Методика експерименту щодо визначення впливу світлового електромагнітного випромінювання на кров тварин полягала у наступному.

Для проведення експерименту обраний розчин еритроцитарної маси крові барана, формалізованої у фізіологічному розчині. Розчин у колбі опромінювали світловим електромагнітним випромінюванням з відповідними режимами.

Режими випромінювання:

- I - Опромінювання неперервним випромінюванням. Джерела випромінювання - лазер, довжина хвилі 0,650 мкм.
- II - Опромінювання неперервним випромінюванням. Джерела випромінювання - світлодіод, довжина хвилі 0,650 мкм.
- III - Опромінювання модульованим випромінюванням (частота модуляції 30 Гц). Джерела випромінювання - лазер, довжина хвилі 0,531 мкм.

IV - Опромінювання модульованим випромінюванням (частота модуляції 30 Гц). Джерела випромінювання - світлодіод, довжина хвилі 0,531 мкм.

V - Опромінювання модульованим випромінюванням. Джерела випромінювання - лазер, довжина хвилі 0,65 мкм та світлодіод - довжина хвилі 0,53 мкм.

Обраний час експозиції опромінення розчину крові - 5 хвилин. Після кожного опромінення розчину у колбі зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V) досліджується щодо реакції з розчином лектину. Розчин лектину - 0,1 % .

Отже, склад аналізованої суміші: 0,05 мл (фізіологічний розчин) + 0,05 мл (лектин) + 0,05 мл (опромінені еритроцити).

Експеримент А. День 1-й. Після опромінення еритроцитів зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V) реагує (рис. 1, 2) з кожним лектином. При цьому РГА спостерігається з лектинами картофелю, зародків пшениці, бузини чорної, омели білої, золотого дощу чайного, виноградного равлика, фітогемаглютинином.

Експеримент Б. День 2-й (через 24 години). Без повторного опромінювання. Перевірка реакції еритроцитів (зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V)) з лектинами.

Експеримент В. День 3-й (через 48 годин). Повторне опромінювання. Перевірка реакції еритроцитів (зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V)) з розчином кожного лектину.

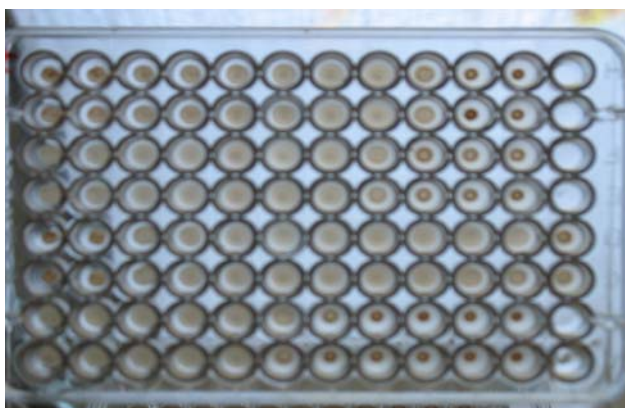


Рис. 1. Загальний вигляд РГА еритроцитів барана, опромінені когерентним випромінюванням довжини хвилі 0,65 мкм, з розчином лектинів рослин (по горизонталі)

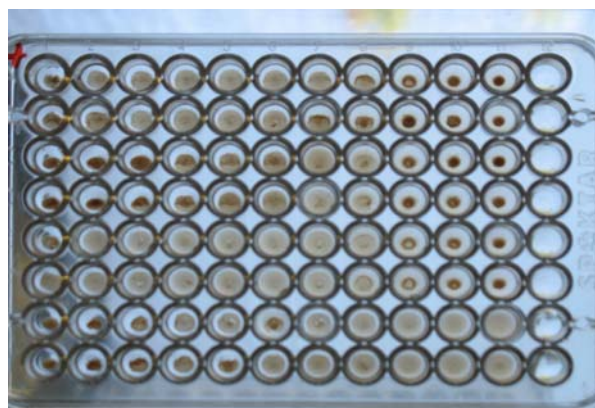


Рис. 2. Загальний вигляд РГА еритроцитів барана, опромінені когерентним випромінюванням довжини хвилі 0,531 мкм, з розчином лектинів рослин (по горизонталі)

Результати експериментів показали вплив режимів випромінювання на ГГА використаних рослинних лектинів (рис. 3), тобто відносний показник ГГА доводить зміни активності РГА еритроцитів барана та лектинів. При цьому спостерігається чутливість до довжини хвилі випромінювання та часу реакції. Режими I, III та V показують найбільшу активність в експерименті Б, а режими II та IV – в експерименті А, що підтверджує, на наш погляд, вплив саме часової

когерентності випромінювання на механізм запуску біологічних реакцій. Найбільш чутливими до впливу є лектин омели білої та лектин зародків пшениці, особливо це стосується довжини хвилі 0,53 мкм та інтегрованого впливу згідно режиму V.

Окрім того, результати опромінювання еритроцитів барана показали досить вагому різницю при впливі когерентного та некогерентного випромінювання різної довжини хвилі:

- еритроцити при опромінюванні режимами II, IV є більш важкими, а РГА проходить у короткий проміжок часу;
- еритроцити при опромінюванні режимами I, III є більш легкими, реакція у порівнянні з режимами II, IV здійснюється повільно;
- при опромінюванні еритроцитів режимом V реакція надає усереднені показники.

При цьому спостерігається зміна відтінків еритроцитів: внаслідок опромінювання режимами I, III, V (присутність когерентного випромінювання) розчин набуває червонуватого відтінку, внаслідок опромінювання режимами II, IV розчин набуває бурого відтінку. Отже, когерентне випромінювання у порівнянні з некогерентним випромінюванням має значно більший вплив на оксигенацію крові та гемоглобін.

Висновки

З'ясовано вплив зміни типу та параметрів електромагнетного випромінювання світлового діапазону на реакцію аглютинації рослинних лектинів з еритроцитами барана. Визначені режими, які найбільше впливають на еритроцити тварини, а саме часова когерентність випромінювання як така, що залежить від спектральних характеристик випромінювання.

Показані результати відкривають перспективи створення принципово нових інтегрованих методик немедикаментозного лікування у ветеринарній практиці, а також принципів побудови нових інтегрованих медичних приладів.

Література

1. Тимчик Г.С., Скицюк В.І., Ключко Т.Р. Інтегровані фізіотерапевтичні системи ТОНТОР –К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 216 с.
2. Современная лазерная медицина. Теория и практика. Сб. научн. трудов. Вып. 1. Коллектив авторов. – М.: НПО Космического приборостроения, 2007. – 148 с.
3. Гейниц А.В., Москвин С.В., Азизов Г.А. Внутривенное лазерное облучение крови. – М.-Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2006. – 144 с.
4. Попов А.Ю., Попова Н.А., Тюрин А.В. Физическая модель воздействия НИЛИ на биологические объекты // Оптика и спектроскопия. – 2007. – Т. 103, № 3. – С. 502 – 508.
5. Справочник по лазерной технике. Под ред. Ю.В. Байбородина, Л.З. Криксунова, О.Н. Литвиненко. - К. Техника, 1978, - 288 с.
6. Дастжерді А.Х.М., Ключко Т.Р., Скицюк В.І., Тимчик Г.С. Прилад «ПРОМІНЬ-12» інтегрованого впливу на рубцеві утворення біологічних тканин // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2007. – Вип. 33. – С. 158-163.
7. Корсун В.Ф. и др. Фитолектины. Руководство по практической медицине. - М.: Практическая медицина, 2007. – 288 с.

8. Подгорский В.С., Коваленко Э.А., Симоненко И.А. Лектины бактерий. – К.: Наукова думка, 1992. – 204 с.
9. Sharon N., Lis H. Lektins. Second edition. Kluwer Academic Publishers, 2003.
10. Луцик М.Д., Панасюк Е.Н., Антонюк В.А. Методы поиска лектинов (фитогемаглютининов) и определение их иммунохимической специфичности. Методические рекомендации для биохимиков и иммунологов. – Львов, 1980. – 20 с.

Клочко Т.Р., Дастжерди А.Х.М., Коваленко Э.А., Карпова И.С., Гетьман Е.И., Сашук Е.В., Подгорский В.С. Влияние режимов светового электромагнитного излучения на эритроциты барана Исследовано влияние электромагнитного излучения светового диапазона на эритроциты барана. Определены режимы, которые наиболее влияют на этот процесс	Klotchko T.R., Dastgerdi A.H.M., Kovalenko E.O., Karpova I.S., Getman K.I., Saschuk O.V., Pidgorsky V.S. The influence of the light electromagnetic radiation mode at a blood cells of ram The influence of the light electromagnetic radiation at a blood cells of ram is explored. The radiation mode, which have an most effect on this process, is defined.
--	---

Надійшла до редакції
21 листопада 2008 року

УДК 681.784

ПАРАМЕТРИ ХВИЛЬНОЇ АБЕРАЦІЇ ОКА ЛЮДИНИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ КЛІНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

*Шиша Т.О., Чиж І.Г., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

На підставі результатів клінічних досліджень аберації ока людини, що здійснені за допомогою сучасних офтальмологічних аберометрів, зроблено статистичний аналіз величин церніковських апроксимаційних коефіцієнтів. Обґрунтовано склад та діапазони амплітуд церніковських мод, які потрібно фізично моделювати для тестування аберометрів

Вступ

При розповсюдженні світлової хвилі в оптичних середовищах ока має місце деформація хвильового фронту. Ця деформація (хвильова аберація) визначає якість зображень на сітківці. Складові хвильової аберації, від яких залежить гострота зору, мають дуже невеликі величини – десяті і навіть соті долі мікрометра. Їх точне вимірювання є складною технічною задачею і потребує створення прецизійної вимірювальної аберометричної апаратури.

Для забезпечення високої точності аберометрії ока здійснюється низка заходів, здебільшого визначення методичних та інструментальних похибок аберометра, які існують в момент сеансу вимірювань аберації ока і які можна компенсувати чи врахувати. В зв'язку з цим розробка абераторів – пристроїв для тестування похибок аберометрів при їх виробництві та в процесі експлуатації є актуальною задачею, розв'язанням якої разом з медиками займаються виробники аберометрів.