

Л.І. Сімонова,
В.З. Гертман,
Л.В. Білогурова,
А.М. Коробов

*ДУ Інститут медичної
радіології ім. С.П. Григор'єва
АМН України, Харків,
ДУ Харківський національний
університет ім. В.Н. Каразіна*

Перспективи застосування фотоматричних технологій для лікування місцевих променевих ушкоджень

The prospects of application of photomatrix
technology in treatment of local radiation
lesions

Фотоматрична терапія, в основу якої покладено використання монохроматичного світлового випромінювання, протягом останніх двох десятиріч досить широко застосовується у центрах Європи та Азії для лікування різних патологічних станів. Це пояснюється низкою очевидних ефектів світлового випромінювання, які полягають передусім у стимуляції різного роду репаративних процесів. Найбільш наочно це демонструє стимуляція загоювання ран різної етіології [1–4].

Фізичною основою фотоматричної терапії є світлове електромагнітне випромінювання.

Відповідно до сучасних наукових уявлень, світло — це складне електромагнітне явище, якому притаманні водночас хвильові та корпускулярні (квантові) властивості. Хвильова теорія розглядає світло як електромагнітні коливання з довжиною хвиль 380–770 нм, які діють як специфічний подразник на фоторецептори сітківки ока (видиме світло) [5]. Ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, яке не сприймається оком людини, разом із видимим світлом відносять до оптичного діапазону шкали електромагнітних хвиль. З точки зору корпускулярної теорії, випромінювання оптичного діапазону — це потік квантів, що являє собою неподільні порції електромагнітної енергії, які утворюються при переході електронів у атомі з вищих енергетичних рівнів на нижчі. Широкопалове біле світло — це сукупність електромагнітних хвиль різної довжини. Електромагнітне випромінювання, що складається із хвиль

з однаковими чи близькими значеннями довжин, зветься монохроматичним світлом [1, 5].

Ефект неретинальної дії на живий організм монохроматичного випромінювання оптичного діапазону був відомий ще наприкінці ХІХ сторіччя. Саме тоді, практично водночас із появою електросвітлових ламп розжарювання, виник інтерес до використання нових штучних джерел світла у медичних цілях. У арсеналі терапевтичних засобів того часу з'явилися апарати, які дозволяли застосовувати електромагнітне випромінювання місцево: так звані «електросвітлові шафи» та «ванни» для лікування різних дерматологічних захворювань, гінекологічні прилади для освітлення піхви та шийки матки, синя лампа з параболічним рефлектором та інші [6, 7]. Таким чином, саме до 30-х років ХХ сторіччя лікування світлом (фототерапія) з успіхом проявляло себе та відіграло досить помітну роль у медицині. Потім настав період, коли фототерапія вже не викликала до себе як до немедикаментозного методу лікування помітного наукового інтересу.

Поява лазерів, які є джерелами принципово нового стимульованого випромінювання оптичного діапазону, відновила зацікавленість медиків та біологів у вивченні дії світла на організм людини. У 60–70-х роках минулого сторіччя розгорнулося потужне впровадження лазерних технологій у лікувальну, профілактичну та діагностичну медицину. Особливо помітна революційна роль лазерних технологій у багатьох напрямках хірургії [8].

В онкології справжнім досягненням можна вважати розробку лазерної фотодинамічної терапії злоякісних пухлин, переважно шкіри та підлеглих тканин, із застосуванням фотосенсибілізуючих барвників. При низькій травматичності цей метод забезпечує високу селекцію онкоклітин та їх ефективне винищення [9, 10].

Поряд з цим, лазери починають застосовувати й у терапевтичних цілях. Ці методи отримують назву низькоінтенсивної або непошкоджуючої лазерної терапії. Протягом майже 40 років вчені усього світу використовують позитивні ефекти лазерної терапії, однак на сьогодні ці вражаючі результати світлолікування не мають під собою достатньої теоретичної бази. У деяких фундаментальних розробках позитивні ефекти лазерної терапії вважають результатом високої монохроматичності та когерентності низькоінтенсивного лазерного випромінення при дії на живі організми [1, 8, 11]. Однак подальші дослідження показали, що в міру проникнення вглиб тканини (шкіра, кров, органи), когерентність лазерного випромінення повністю зникає вже на глибині 200–300 мкм і, таким чином, у тканинах поширюється звичайне некогерентне випромінення [11, 12]. Отже, позитивні ефекти низькоінтенсивної лазерної дії, що мають місце при проведенні лазерної терапії, можуть зумовлюватися не якимись особливими властивостями лазерного випромінення, а його тотожністю з дією звичайного світла — немонохроматичного, некогерентного і неполяризованого, з відповідними спектральними характеристиками та з відповідною потужністю [13, 14].

Подібна оцінка властивостей низькоінтенсивного лазерного випромінення привела численних дослідників до висновків, що в багатьох випадках терапевтичні лазерні джерела можливо замінити на джерела оптичного випромінення. Водночас розвинення нанотехнологій сприяло появі принципово нових штучних джерел світла — над'яскравих світлодіодів, які за компактністю та потужністю не поступаються напівпровідниковим лазерам.

Згідно з міжнародною класифікацією, ці прилади належать до групи Light Emitting Diodes (LED) [4, 15].

Світловипромінюючий діод — це такий, що містить напівпровідниковий перехід (електронно-дірчастий або метал-напівпровідник), у якому при проходженні електричного струму генерується оптичне випромінення в інфрачервоній, видимій чи ультрафіолетовій зоні спектра. Таке випромінення некогерентне і, на відміну від теплових джерел випромінення, має вузький спектр (10–50 нм), внаслідок чого у видимій частині спектра сприймається як однокольорове. Колір випромінення визначається як напівпровідниковим матеріалом, так і легуючими домішками. Зміною складу напівпровідника можна легко змінювати довжину хвилі випромінення. Для виготовлення світлодіодів найчастіше застосовують GaAs, GaP, SiC. Як легуючі домішки використовують: у GaP — цинк і кисень (червоні світлодіоди) або ж азот (зелені світлодіоди), у GaAs — кремній чи цинк та телур (інфрачервоні світлодіоди) [16–18].

Найкращі спектральні та енергетичні характеристики світлодіодів у видимому діапазоні було отримано на базі чотирикомпонентної напівпровідникової композиції: алюміній-індій-галій-фосфор. При зміні співвідношення між компонентами можна отримати випромінення від фіолетової до червоної частини спектра [11–16]. У світловипромінюючих діодах інерційність світіння суттєво менша, ніж у лампах розжарювання та газорозрядних лампах, час наростання світіння після початку протікання струму — 30 нс. Отже, світлодіоди можуть працювати в імпульсно-періодичному режимі з великою частотою повторення імпульсів [18].

Для практичного використання в медицині світлодіоди дуже зручні, оскільки малі за розміром, механічно стійкі та надзвичайно надійні, термін їх служби може сягати 100000 годин, що майже у 100 разів більше, ніж у лампи розжарювання, та у 5–10 разів, — ніж у люмінесцентної лампи. Крім того, світлодіоди належать до низьковольтних джерел оптичного випромінення і, таким чином, є цілком безпечними [19].

До теперішнього часу створена велика кількість фотоматричних приладів різного типу. Не прагнучи дати огляд усіх належних тех-

нічних світлодіодних пристроїв, слід згадати найперспективніші вітчизняні прилади, в основі яких лежить використання поляризованого поліхроматичного некогерентного низькоінтенсивного світла — ПАЙЛЕР-світлотерапія (PILER: Polarized polychromatic incoherent low-energy radiation). На цій основі створено вітчизняні апарати типу «Біотрон», «Біосвіт» та інші [20].

У Харкові в НДІ лазерної біології і лазерної медицини у співробітництві з Науково-виробничою медико-біологічною корпорацією «Лазер і здоров'я» та Харківською медичною академією післядипломної освіти розроблено низку фотонних апаратів для проведення фототерапевтичних процедур типу «Барва», які успішно застосовують для профілактики та лікування найбільш поширених недуг, а саме: захворювань органів дихання, ШКТ, ССС, неврологічних, захворювань опорно-рухового апарату, травм [21–27].

При всіх вищеописаних перевагах нових джерел фотовипромінення, не дивно, що у сучасній медичній практиці все більшого застосування набуває використання оптичних приладів, де джерелом світла є надяскраві світлодіоди.

У різних галузях медицини прилади з надяскравими світлодіодами почали застосовувати як альтернативу складним та високовартісним лазерам у тих випадках, коли треба отримати низькоінтенсивне випромінення. Подібна медична апаратура нині класифікується як фотоматричні терапевтичні системи (ФМТС) [16, 28].

Фотоматрична терапевтична апаратура призначена для опромінювання запальних вогнищ в органах та тканинах людини низькоенергетичним монохроматичним випроміненням видимого та близького інфрачервоного спектрів.

Сьогодні фотоматричні терапевтичні системи досить успішно застосовують у низці галузей клінічної медицини для лікування цереброваскулярної патології, зокрема вертебро-базиллярної недостатності [25], нейроциркуляторної дистонії вагітних [26], травматичних ушкоджень спинного мозку [24], хронічних обструктивних захворювань легень [27]. Крім

того, фотоматричну терапію використовують при лікуванні таких захворювань чи уражень шкіри, як гнійно-інфіковані рани, трофічні виразки [2, 3], атопічний дерматит [29].

Онкологія на сьогодні має невеликий досвід застосування фототерапії, бо ще практично не розроблені показання до застосування цих методів у онкологічних хворих. Однак результати деяких, поки ще епізодичних, досліджень є дуже цікавими та дають надію на подальше використання світлолікування при різних онкологічних захворюваннях. Так, фототерапію вже використовують у комплексному лікуванні деяких злоякісних захворювань шкіри, наприклад, базально-клітинного раку [17].

Позитивні результати отримано при використанні фотоматричних терапевтичних систем для зняття постмастектомічних набряків у хворих на рак грудної залози [30]. Фотоматрична терапія також показала ефективність при лікуванні дітей з проліферативними та ускладненими гемангіомами шкіри та м'яких тканин [31]. Застосування цього методу приводило як до виражених місцевих ефектів (регрес пухлини, швидка грануляція рани), так і поліпшення загального адаптивного статусу організму хворих дітей [32, 33].

Слід зазначити, що фотоматричні світлодіодні джерела випромінення порівняно недавно почали застосовувати у медицині. Механізм їх дії ще перебуває у стадії вивчення. Однак, незважаючи на широке клінічне використання та численні дослідження у цій галузі, застосування фотоматричних методів донині викликає певний скептицизм, зумовлений відсутністю ясного розуміння механізмів дії на живий організм світлового випромінення.

Усі спеціалісти в галузі фототерапії згодні, що для з'ясування на сучасному рівні механізмів впливу світлового випромінення на біологічні об'єкти потрібен широкий спектр експериментальних досліджень на живих організмах різного рівня складності — від клітинних культур до експериментальних тварин-савців. Зараз уже надруковані результати ряду експериментальних досліджень, присвячені вивченню як біологічних ефектів фотовипромінення, так і механізмів їх реалізації, але кількість таких досліджень ще невелика.

Вплив фототерапії на загоювання механічних ран у мишей вивчали у роботі A.S.Lowe et al., 1998 [34].

Ця робота цікава тим, що таке загоювання було обтяжене місцевим рентгенівським опроміненням ран у дозі 20 Гр, і навіть у цих умовах світлове випромінювання з певними фізичними характеристиками справляло помітний стимулювальний ефект на загоювання ран.

У даній роботі також було показано, що ефекти фотовипромінювання значною мірою залежать від стану клітин та тканин організму. Здорові тканини реагують на світлове випромінювання слабше, ніж тканини з патологічними змінами, особливо при обтяженому перебігу патологічного процесу, наприклад, при рентгенівському опроміненні ран [34].

Подібні дані свідчать на користь того, що фототерапія може бути корисною для лікування місцевих променевих ушкоджень шкіри.

Подібні дані було отримано в експериментальному дослідженні [35] на мишах з цукровим діабетом, де було показано, що LED-випромінювання стимулює загоювання ран і при цьому порушенні метаболізму, хоча відомо, що цукровий діабет значно ускладнює лікування будь-яких ушкоджень у організмі.

В окремих роботах велику увагу присвячено саме розкриттю механізмів дії фотомодульованих приладів на фізіологічні процеси у тканинах, головним чином — у шкірі, тому що це основний об'єкт дії фототерапії [36, 37]. Так, у роботі Weiss R.A. et al. (2005) показано, що при застосуванні різних джерел LED-світла певний режим генерування світлових імпульсів викликає стимуляцію синтезу колагену I типу в культурі фібробластів [38]. Ця стимуляція корелює з клінічними спостереженнями про підвищення рівня шкірного колагену у біоптатах людської шкіри після фототерапії при хірургічному лікуванні шкірних дефектів [37, 38]. Як у дослідженнях на культурі фібробластів, так і в клінічних дослідженнях, фотостимульоване підвищення синтезу шкірного колагену супроводжується пригніченням активності металопротеїназ матриксу, зокрема — колагеназ [36–40].

Методи фототерапії становлять чималий інтерес для онкології щодо лікування місце-

вих променевих ушкоджень шкіри, оскільки радіодерматити та більш тяжкі променеві ушкодження шкіри й досі є найбільш поширеними побічними ефектами променевої терапії. У наш час при лікуванні місцевих променевих ушкоджень добре зарекомендували себе терапевтичні лазерні методи [41]. Низькоенергетичні лазери (гелій-неоновий, гелій-кадмієвий та інші) застосовують при виникненні місцевих променевих ушкоджень з метою поліпшення місцевого кровообігу тканин, прискорення загоювання ран та виразок, пригнічення розвитку інфекції, а також знеболювання [42–44]. Ефективність лазерного лікування місцевих променевих ушкоджень показана також у дослідженнях, проведених в ІМР ім. С.П. Григор'єва АМНУ (Симонова Л.И. и др., 1997; 1998; 2000; Мороз В.А., 1998) [45–48].

Успіхи лазерної терапії у лікуванні місцевих променевих ушкоджень шкіри дають підставу сподіватися й на ефективність використання з цією метою сучасних світлодіодних приладів.

На даний момент існують поки ще поодинокі клінічні дослідження, присвячені лікуванню місцевих променевих уражень за допомогою світловипромінювальних діодів.

Так, працю [49] присвячено оцінці ефективності фотомодуляції за допомогою світлодіодного приладу (LED) для запобігання виникненню радіодерматитів при лікуванні раку грудної залози

Авторами показано, що використання фотомодуляції за допомогою LED певного типу безпосередньо після сеансів променевої терапії вірогідно знижувало частість розвитку радіодерматитів у хворих на рак грудної залози, які отримували променеву терапію після мастектомії. При цьому встановлено, що фотомодуляція значно знижувала запальні реакції шкіри у зоні радіаційного опромінення та підвищувала у ній рівень шкірного колагену.

Таким чином, у результаті аналізу даних літератури про використання фототерапії можна зробити висновок, що ці методи з успіхом поєднуються практично з усіма відомими медичними технологіями, при цьому вони найефективніші на етапі відновлювального лікування.

У деяких працях показано, що ефективність низки лікарських засобів помітно посилювалася при їх поєднанні з фототерапією [24, 50]. Наприклад, при лікуванні радіодерматитів у хворих на рак грудної залози дія мазей на основі глюкокортикоїдів — при дії світловопроміння [49]. При цьому виникла можливість не тільки посилити лікувальну дію препаратів, але й запобігти численним побічним діям медикаментів [49].

В експериментальному онкологічному дослідженні на щурах із саркомою С-45 було показано, що дія циклофосфану, який вводили тваринам на автокрові, значно посилювалася при її опромінуванні червоним діодним світлом. Найвищий протипухлинний ефект отримано у тварин, яким вводили циклофосфан на автокрові, перед тим опроміненій за допомогою червоного світлодіоду [51].

Це означає, що потенціювання впливом світла інших лікувальних факторів дозволяє не тільки посилити їх специфічну дію, але й розширити сферу застосування, тобто підвищити лікувальну дію на патогенетичні механізми як на місцевому, так і на системному рівні.

З огляду на викладене, можна вважати, що хоча фотоматрична терапія у наш час вже потрапила в арсенал методів лікування багатьох захворювань, проте в онкології робляться ще тільки перші кроки до її застосування і тільки встановлюються точки прикладання цього методу.

Однак навіть короткий огляд вже отриманих результатів дозволяє зробити висновок щодо перспективності ще більш поширеного застосування фототерапії за допомогою сучасної фотоматричної апаратури в онкології та променевої терапії, а одним з найперспективніших напрямків може бути лікування місцевих променевих ушкоджень.

Література

1. Конев С.В., Волотовский И.Д. Фотобиология. — Минск: Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1979. — 383 с.
2. Меняев Ю.А. Разработка фотолитра звуковой биотехнической системы для обработки раневой инфекции: Дис. ... канд. тех. наук. — М.: МГТУ, 2004. — 19 с.
3. Меняев Ю.А. // Мед. физ. — 2006. — № 1. — С. 32–40.
4. Meffert B., Meffert H. // Biomed. Tech. — 2000. — Vol. 45, № 4. — P. 98–104.
5. Владимиров Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов: учеб. пособие для мед. и биол. спец. вузов. — М.: Высш. шк., 1989. — 199 с.

6. Ягунов С.А., Некрасов Л.В. // Врачеб. дело. — 1932. — № 2. — С. 55–66.
7. Аржанов Н.П. // Фотобиол. и фотомед. — 1998. — № 1. — С. 131–135.
8. Москвин С.В. // Лазер. мед. — 1997. — Т. 1, № 1. — С. 44–49.
9. Странадко Е.Ф. Фотодинамическая терапия злокачественных опухолей // Квантово-биологическая теория: Монография / Е.Ф. Странадко, В.В. Бойко, А.М. Коробов и др. / Под ред. В.В. Бойко и М.О. Красноголовца. — Харьков: Факт, 2003. — С. 712–739.
10. Guillen C., Sanmartin O., Escudero A. et al. // J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol. — 2000. — Vol. 14, № 4. — P. 246–257.
11. Синяков В.С. Голографическая интерферометрия и когерентное световое излучение в физиологических исследованиях: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — М., 1988. — 32 с.
12. Лобко В.В., Кару Т.Й., Летохов В.С. // Биофиз. — 1985. — Т. 30, № 2. — С. 366–371.
13. Владимиров Ю.А., Осипов А.Н., Клебанов Г.И. // Биохим. — 2004. — Т. 69, № 1. — С. 103–113.
14. Клебанов Г.И., Крейнина М.В., Мархолия М.Г. и др. Лазеротерапия: клиническая эффективность и молекулярно-клеточные механизмы // Сб. трудов Восьмой междунар. науч.-практ. конф. по квантовой мед., Блед, Словения. 17–22 ноября 2001 г., — М.: Изд-во. Ас. квант. мед. и ЗАО «Милта — ПКП ГИТ», 2002. — С. 53–66.
15. Weiss R.A., McDaniel D.H., Geronemus R. et al. // Lasers Surg. Med. — 2005. — Vol. 36. — P. 85–91.
16. Меняев Ю.А., Деон А.Ф. // Мед. физ. — 2005. — № 2. — С. 58–69.
17. Zharov V.P., Menyayev Y.A., Namaev V.A. et al. // Proc. of SPIE. — 2000. — № 3912. — P. 11–22.
18. Меняев Ю.А., Петров Д.А. Перспективы светодиодной фотоматричной терапии / Моск. гос. техн. ун-т им. Н.Э.Баумана // Труды научных сессий МИФИ. Научная сессия МИФИ-2005. — Т.5. Мед. физ. и тех., биофиз. Моделир. физ. процессов в окр. среде. Охр. среды и рационал. природопользование. Теор. пробл. физ. / Сайт Научной б-ки МИФИ. — М., 2005. — Режим доступа: <http://www.library.mephi.ru/data/scientificsessions/2005/t5/0-1-31.doc>.
19. Коробов А.М., Коробов В.А., Лесная Т.А. Фототерапевтические аппараты Коробова серии «Барва». — Харьков, 2008. — 175 с.
20. Гуляр С.А., Лиманский Ю.П., Тамарова З.А. и др. Светотерапевтические аппараты нового поколения как отражение прогресса методологии применения некогерентного поляризованного света // Сб.: Матер. XXII Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в мед. и биол.» (Ялта, 2004) — С. 133–135.
21. Михайлуков Р.Н. Применение светодиодного излучения в комплексном лечении и реабилитации хирургических больных с заболеваниями толстой кишки // Сб.: Матер. XXIII Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии» (Николаев, 2005 г.) — Николаев, 2005. — С. 45–46.
22. Якобчук В.П., Борисов А.Н., Духин С.А. и др. // Там же. — С. 62–64.
23. Никитин А.В., Крючкова А.В., Малюкова Д.А., Титова Л.А. Лазеро- и хромотерапия язвенной болезни // Сб.: Матер. XXIX Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». — Харьков, 2008. — С. 49–51.
24. Тондий Л.В. Использование фотонных матриц Коробова «Барва-Флекс» на различных этапах восстановительного лечения // Там же. — С. 85–88.
25. Применение фотоматричной терапии при вертебрально-базиллярной недостаточности / Шапкина А.В., Кочетков А.В., Савин А.А. и др. / Каф. нервных болезней леч. фак. МГМСУ; каф. восстановительной медицины ИПК ФУ «Медбиоэкстрем»; МГТУ им. Н.Э. Баумана // Медицина 2.0: [Мед. новост. сайт нового формата]. — [Россия], Б.г. — Режим доступа: <http://www.med2.ru/story.php?id=5644>.
26. Боднар В.Н., Юрьева Г.Н., Андреева В.А. Опыт использования фотонной матрицы «Барва-Флекс» для

- лечения нейроциркуляторной дистонии у беременных на санаторно-курортном этапе лечения // Сб.: Матер. XXIX Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». — Харьков, 2008. — С. 20–21.
27. Пасиешвили Л.А., Коляда О.Н. Использование фотонной матрицы в лечении больных с хроническим обструктивным заболеванием легких // Там же. — С. 60–61.
 28. Жаров В.П., Калинин К.И., Стаханов М.Л. // Биомед. радиоэлектрон. — 1999. — № 5. — С. 46–48.
 29. Гевондян В.С., Гевондян Н.М., Ермилов С.А. // Там же. — 1999. — № 5. — С. 32–35.
 30. Меньяев Ю.А., Жаров В.П., Стаханов М.Л., Савин А.А. // Мед. физ. — 2006. — № 3. — С. 32–38.
 31. Иваненко Е.С. Фотохромотерапия в лечении врожденных гемангиом у детей раннего возраста: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Ростов н/Дон, 2004. — 22 с.
 32. Шейко Е.А., Шихлярова Е.И., Иваненко Е.С. // Вопр. онкол. — 2006. — Т. 52, № 2. — С. 155–158.
 33. Сидоренко Ю.С., Иваненко Е.С., Максимова Н.А., Шейко Е.А. Фотохромотерапия в лечении детей с врожденными пролиферирующими и осложненными гемангиомами кожи и мягких тканей // Вестн. РОИЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. — 2007. — Т. 18, № 2. — С. 54–59.
 34. Lowe A.S., Walker M.D., O'Byrne M. et al. // Lasers in Surg. and Med. — 1998. — Vol. 23. — P. 291–298.
 35. Whelan H.T., Buchmann E.V., Dhokalia A. J. // Clin. Laser. Med. Surg. — 2003. — Vol. 21. — P. 67–74.
 36. McDaniel D.H., Weiss R.A., Geronemus R. et al. // Lasers Surg. Med. — 2005. — Vol. 14. — P. 25–31.
 37. McDaniel D.H., Weiss R.A., Geronemus R. et al. // Ibid. — 2005. — Vol. 14. — P. 32–36.
 38. Weiss R.A., McDaniel D.H., Geronemus R.G. et al. // Dermatol. Surg. — 2005. — Vol. 31. — P. 1199–1205.
 39. Geronemus R., Weiss R.A., Weiss M.A. et al. // Lasers Surg. Med. — 2003. — Vol. 25. — P. 22–26.
 40. Weiss R.A., Weiss M.A., Geronemus R. et al. // J. Drugs. Dermatol. — 2004. — Vol. 3. — P. 605–610.
 41. Москвин С.В., Буйлин В.А. Низкоинтенсивная лазерная терапия. — М.: Техника, 2000. — 724 с.
 42. Марсагшивили Л.А. // Лазер. мед. — 2004. — Т. 8, № 4. — С. 45–48.
 43. Кару Т.И. // Там же. — 2001. — Т. 5, № 1. — С. 7–15.
 44. Шурыгина Е.П. // Лазер. мед. — 2005. — Т. 9, № 3. — С. 18–23.
 45. Симонова Л.И., Крапивный А.А., Михановский А.А. др. Первый опыт применения импульсной лазеротерапии в сочетании с аппликационной сорбцией при лечении послеоперационных осложнений у онкологических больных // Тез. докл. IX Междунар. науч.-практ. конф. «Применение лазеров в медицине и биологии». — Ялта–Харьков, 1997. — С. 37–38.
 46. Симонова Л.И., Крапивный А.А., Якимова Т.П. и др. // Фотобиол. и фотомед. — 1998. — № 1. — С. 95–100.
 47. Симонова Л.И., Крапивный А.А., Белогурова Л.В. Ранозаживляющая эффективность двух видов низкоинтенсивного лазерного облучения после радиационного воздействия // Тез. докл. XIV Междунар. конф. «Применение лазеров в биол. и мед.». — Харьков, 2000. — С. 34.
 48. Мороз В.А. Комплексне використання лазерного випромінення в терапії місцевих променевиx уражень: Метод. рекомендації. — Харків, 1998. — 13 с.
 49. DeLand M.M., Weiss R.A., McDaniel D.H., Geronemus R.G. // Lasers in Surg. and Med. — 2007. — Vol. 39. — P. 164–168.
 50. Толстых М.П., Толстых П.И., Ширинский В.Г. и др. // Лазер. мед. — 2006. — Т. 10, № 2. — С. 40–46.
 51. Влияние низкоинтенсивного красного светодиодного излучения на величину противоопухолевого эффекта циклофосфана, введенного на аутокрови в эксперименте / Шейко Е.А., Белан О.С., Куркина Т.А., Леонтьева Д.В. // Сб.: Матер. V съезда онкологов и радиологов СНГ (Ташкент, 14–16 мая 2008 г.). — Ташкент, 2008. — С. 542.

Надходження до редакції 22.09.2008.

Прийнято 07.11.2008.

Адреса для листування:
Симонова Лариса Іванівна,
ДУ Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва АМНУ,
вул. Пушкінська, 82, Харків, 61024, Україна