

УДК 615.849.19:616.8

В. С. ВОЙЦЕХОВИЧ, О. М. КРАВЧЕНКО, М. В. ВАСНЄЦОВ, Н. М. КАЧАЛОВА,
В.С. ПАВЛОВ, О. Д. МАМУТА, В. В. ХОМЕНКО

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРОТЕРАПІЇ ПРИ ГЕРПЕСВІРУСНИХ УРАЖЕННЯХ ПЕРИФЕРИЧНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

*Інститут фізики НАН України, 03680, пр. Науки, 46, м. Київ, Україна,
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб імені Л.В. Громашевського НАМН України», 03038,
вул. Миколи Амосова, 5, м. Київ, Україна
Вінницький національний технічний університет*

Абстракт. Вперше запропоновано та продемонстровано результати комплексного підходу до лікування хвороб, спричинених герпесвірусними інфекціями з вираженим больовим синдромом, який полягає у поєднанні протокольного лікування та лазерної терапії. Застосування лазерної терапії дозволяє: зменшити дозу лікарських препаратів для подолання больового синдрому, а надалі повністю від них відмовитися; значно зменшити інтенсивність та тривалість больового синдрому; уникнути побічних ефектів, насамперед, таких як алергійні прояви, які є нагальною проблемою при лікуванні уражень периферичної нервової системи.

Ключові слова: герпесвірусні інфекції, лазерна терапія, модульоване лазерне випромінювання.
Abstract. For the first time, the results of an integrated approach to the treatment of diseases caused by herpesvirus infections with severe pain syndrome, which consists of a combination of protocol treatment and laser therapy, have been proposed and demonstrated. Using laser therapy allows you to: reduce the dose of medications to overcome pain, and then completely abandon them; significantly reduce the intensity and duration of pain; avoid side effects, first of all, such as allergic manifestations, which are an urgent problem in the treatment of lesions of the peripheral nervous system.

Key words: herpesvirus infections, laser therapy, modulated laser radiation.

DOI: 10.31649/1681-7893-2023-46-2-84-92

ВСТУП

Герпесвірусні інфекції – одні з найпоширеніших у світі. В останні роки відзначається неухильне зростання кількості хворих з часто рецидивуючими формами герпетичної інфекції. Різноманітність клінічних проявів, біологічні особливості збудника та можливість їх поширення всіма відомими шляхами спонукали Європейське регіональне бюро Всесвітньої організації охорони здоров'я включити герпесвірусні захворювання в групу хвороб, що визначають майбутнє «обличчя» інфекційної патології XXI століття [1, 2].

За даними численних досліджень більш 90 % жителів міст до 18 років інфікуються одним або декількома штамми щонайменше 7 клінічно значимих герпесвірусів [3, 4].

Застосування протокольної терапії при лікуванні уражень периферичної нервової системи герпесвірусною інфекцією останнім часом було єдиною можливістю лікування, але такий підхід є тривалим і малоефективним, часто призводить до інвалідизації [9,10,11].

У багатьох випадках герпесвірусна інфекція вважається причиною ураження нервової системи, а у структурі цих хвороб переважне місце займають больові синдроми. Лікування болі, взагалі і при патології периферичної нервової системи, зокрема, представляє серйозну проблему. При наявності больового синдрому фармакотерапія є досить ефективною, однак слід відзначити, що масове й часто неконтрольоване застосування досить сильнодіючих психотропних препаратів з великим переліком побічних ефектів (виражена сонливість, слабкість, сухість у роті, звикання, індукований біль, інтоксикація й ін.) може бути навіть більш небезпечним для здоров'я пацієнтів, ніж сам хронічний біль, особливо у людей похилого віку.

Також, слід зазначити, інший негативний фактор медикаментозного лікування, такий як висока вартість більшості сучасних препаратів, що, з огляду на необхідність тривалих строків лікування, робить повноцінну фармакотерапію малодоступною для багатьох пацієнтів [12,13,14].

У зв'язку із зазначеним вище, у лікуванні хворих з герпетичними та постгерпетичними ураженнями периферичної нервової системи з вираженим больовим синдромом (БС) все більшого значення набувають пошуки немедикаментозних методів терапії, які будуть спрямовані на нормалізацію функцій антиноцицептивної системи й психоемоційного стану. В цьому аспекті, все більше застосування в медицині знаходить світло- і, особливо, лазерна терапія (ЛТ) [5].

Останнім часом, особливо у зв'язку з розвитком напівпровідникових лазерів, лазерні установки стали компактними та зручними у використанні. В результаті використання імпульсних режимів роботи, а також лазерів синього й ультрафіолетового діапазону з'ясувалося, що низькоінтенсивне лазерне випромінювання (НІЛВ) виявляє виражений дезинтоксикаційний ефект, бактеріостатичну та бактерицидну дію за рахунок активації перекисного окиснення ліпідів, яке приводить до розриву й деструкції їх оболонок [5, 6].

Проте, дана проблема дотепер є мало вивченою. Такий підхід спонукав проведення дослідження лікувальної дії лазерної терапії в інфектології. Тому проведення досліджень у цій області на сьогоднішній день є актуальним завданням.

На сьогоднішній день, відомі наступні основні типи терапевтичної дії НІЛВ [7 – 9]:

- стимуляція процесів регенерації в тканинах;
- протизапальна;
- імуномодуюча;
- десенсибілізуюча;
- вазоактивна;
- вегетотропна (симпатолітична, ваголітична);
- психотропна (седативна, антидепресивна);
- гемопоетична (еритропоетична, лейкопоетична);
- гіпокоагулююча;
- анальгезивна;
- дезинтоксикаційна, бактеріостатична та бактерицидна.

Мета статті - довести доцільність використання лазерної терапії у ході лікування герпесвірусних інфекцій з вираженим больовим синдромом у поєднанні з протокольним медикаментозним лікуванням.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОХОДЖЕННЯ ЛАЗЕРНОГО ПРОМЕНЯ КРІЗЬ БІОТКАНИНУ

Як було показано у роботі [10, 11], існує певна кутова закономірність проходження світлового променя крізь біотканину. На рис. 1 наведено схематичне зображення розповсюдження світлового променя у товщі біотканини.

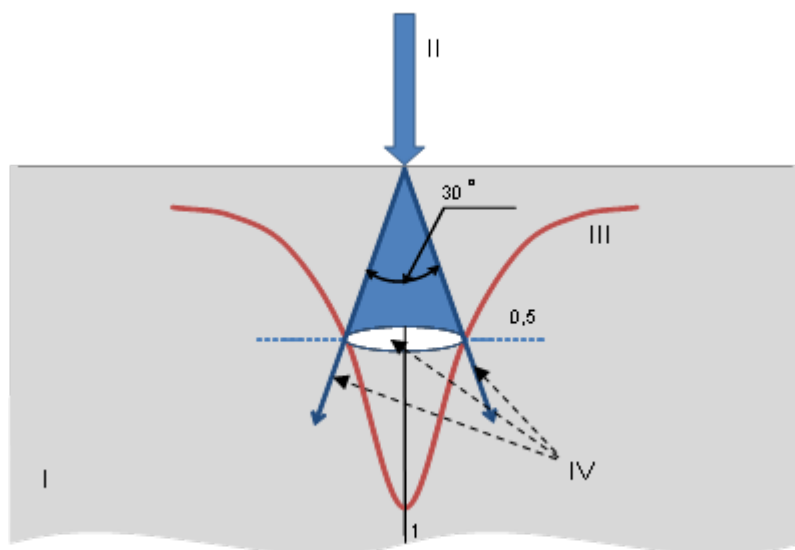


Рисунок 1 – Схематичне зображення розповсюдження світлового променя у товщі біотканини: I – біотканина, II – лазерне випромінювання, III – кутовий розподіл випромінювання всередині біотканини, IV – тілесний кут розповсюдження випромінювання на рівні 0,5 від максимального значення потужності

БІОМЕДИЧНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТА ПРИЛАДИ

Згідно з даними роботи /10/, промінь в біотканині розширюється, та на рівні 0,5 від максимального значення потужності розповсюджується всередині конуса з тілесним кутом 30° та сумарною потужністю, що складає 10 - 15 % від потужності випромінювання лазера.

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ

Наведемо приклад розрахунку дози опромінення об'єкту (нерв/акупунктурна точка/лімфовузол), що знаходиться у товщі біотканини на глибині 2 см та площею 2 см^2 . За потужності випромінювання лазера 100 мВт, необхідний час опромінення буде становити 3 хв.

На глибині 2 см при тілесному куті 30° промінь розшириться до площі $3,4 \text{ см}^2$. Густина потужності буде складати $0,1 \cdot 100 / 3,4 = 2,94 \text{ мВт/см}^2$. На площині об'єкту сумарна потужність дорівнюватиме $2,94 \cdot 2 = 5,88 \text{ мВт}$. При часі опромінення 3 хв. доза опромінення буде складати $5,88 \cdot 3 \cdot 60 / 1000 = 1,06 \text{ Дж}$.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Для проведення сеансів ЛТ використовували лазерний терапевтичний апарат "Ліка-терапевт М" виробництва ПП "ФОТОНІКА ПЛЮС" /12/. Технічні характеристики лазерного апарату:

• 2 виходи для одночасного підключення червоного і інфрачервоного зондів або лазерних кластерів;

- безперервна і імпульсна лазерна терапія;
- частота модуляції 0 - 5000 Гц;
- коефіцієнт заповнення 10 - 90%;
- автоматичне визначення параметрів терапії (доза, область, відстань і потужність);
- максимальна вихідна потужність інфрачервоного зонда 400 мВт;
- довжина хвилі 830 нм;
- область впливу $0,1 - 99,0 \text{ см}^2$.

Було обстежено 53 хворих у віці від 18 до 72 років з ураженнями периферичної нервової системи герпесвірусної етіології з вираженим больовим синдромом, які знаходились на амбулаторному лікуванні. З них у 21 хворого було підтверджено наявність герпесвірусної інфекції методом ПЦР та/або ІФА IgM у крові, а у 32 хворих - ураження нервової системи герпесвірусною інфекцією в стадії персистенції, див. табл. 1.

Таблиця 1

Інформація стосовно досліджуваних хворих

№	Діагноз	Кількість хворих	У стадії активації	У стадії персистенції
1	Гангліонейропатія трійчастого нерва	2	1	1
2	Постгерпетичний гангліоневрит	8	-	8
3	ЦА. Постгерпетичний гангліоневрит	1	-	1
4	Гангліоневрит	11	2	9
5	Арахноенцефаліт. Нейропатія потиличного нерва	2	2	-
6	Нейропатія потиличного нерва	2	-	2
7	Герперичний гангліоніт правого Гассерова вузла	1	-	1
8	Невралгії (трійчастого, потиличний, лицевий)	23	13	10
9	Енцефаломієлополірадікулонейропатія	3	3	-
Усього		53	21	32

За комплексного підходу до лікування 21 хворий отримував: етіотропну терапію, тобто противірусну (ацикловір, медовір, вальтрекс); патогенетичну терапію, в тому числі препарати

БІОМЕДИЧНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТА ПРИЛАДИ

інтерферону (віферон, реалдерон, альфарекін); індуктори інтерферону (циклоферон) та інші імуномодулятори (поліоксідоній, лікопід, ербісол). Паралельно з цим лікуванням проводились сеанси ЛТ.

При опроміненні були застосовані частоти модуляції лазерного випромінювання, які призводили до наступних фізіологічних ефектів: знеболюючий, протизапальний, протинабряковий, імуномодулюючий. Тривалість процедури становила 1 ÷ 3 хвилини на кожну зону проєкції нерву в залежності від ураження. Загальний час процедури ЛТ – 15 ÷ 30 хв. Потужність – 35 ÷ 100 мВт. Сеанси проводились щоденно. Загальний курс ЛТ - 15 сеансів.

32 хворих з ураженням нервової системи герпесвірусною інфекцією в стадії персистенції отримували: патогенетичну терапію та ЛТ.

Контрольна група складала 30 хворих з ураженням нервової системи герпесвірусною інфекцією, що було підтверджено методом ПЦР та/або ІФА ІgM в крові.

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО ЛІКУВАННЯ БОЛЬОВОГО СИНДРОМУ

Ефективність лікування оцінювалась за візуально-аналоговою шкалою болю (ВАШ), загальною п'ятизначною шкалою болю та за клінічними проявами – зменшення набряку, запаморочення, збільшення рухливості, покращення сну, загального самопочуття, настрою. При застосуванні ВАШ хворий відзначав рівень вираженості больового синдрому на шкалі довжиною 10 см, де 0 – відсутність болю, 10 – максимальний біль.

Загальна п'ятизначна шкала градації болю: 0 – відсутній, 1 – слабкий (незначний), 2 – помірний (болить), 3 – сильний (дуже болить), 4 – нестерпний (неможливо терпіти).

Як видно з табл.2, комплексна: етіотропна, патогенетична та ЛТ терапія значно знижує інтенсивність та тривалість больового синдрому (повністю зникає у 95 % хворих, залишається лише у хворих з одночасним пошкодженням трійчастого і лицевого нервів).

Таблиця 2

Динаміка стану хворого на фоні комплексного лікування

Кількість днів лікування	Зменшення болю на 50% (відсоток від кількості хворих) досл. / контр.	Зменшення болю на 75% (відсоток від кількості хворих) досл. / контр.	Зменшення болю на 100% (відсоток від кількості хворих) досл. / контр.
1	55 / 0	35 / 0	10 / 0
3	25 / 6	45 / 6	30 / 3
7	10 / 9	20 / 9	70 / 6
15	0 / 30	5 / 15	95 / 6

Застосування ЛТ дозволяє зменшити дозу знеболювальних препаратів – нестероїдних протизапальних засобів (НПЗЗ), карбамазепін, габапентин та їх аналоги, а надалі повністю від них відмовитися. Лазерна терапія вирізняється гарною переносимістю пацієнтами та відсутністю побічних ефектів, насамперед, алергійних, які є актуальною проблемою практичної медицини.

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО ЛІКУВАННЯ НА ТРИВАЛІСТЬ НЕВРОЛОГІЧНИХ СИНДРОМІВ

На фоні лікування ЛТ спостерігалось зменшення тривалості неврологічних синдромів у хворих на герпесвірусні інфекції групи дослідження, при порівнянні з пацієнтами контрольної групи. Отримані результати представлені в табл. 3.

Як свідчать наведені результати, тривалість неврологічних синдромів у групі дослідження була меншою на 2 - 8 днів, ніж у контрольній групі.

БІОМЕДИЧНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТА ПРИЛАДИ

Таблиця 3

Тривалість (доба) неврологічних синдромів у досліджуваних групах хворих

№	Неврологічні синдроми	Тривалість неврологічних синдромів у групах (доба)	
		Група дослідження (n=53)	Контрольна група (n=30)
1	Астенічний синдром	14,1±0,9	22,3±1,1
2	Ураження черепних нервів	15,0±1,3	22,9±1,0
3	Порушення чутливості	11,6±0,6	17,9±1,1
4	Моторні порушення	12,5±1,1	17,1±1,4
5	Розлади зору	12,3±0,5	25,9±1,1
6	Динамічна атаксія	10,5±0,7	12,7±0,3
7	Когнітивні порушення	10,9±0,6	13,8±0,2
8	Розлади вегетативної нервової системи	11,8±0,7	15,9±1,7
9	Розлади слуху	13,5±0,6	19,5±0,5

ОЦІНКА ІМУНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Було проведено порівняння змін середніх показників основних субпопуляцій лімфоцитів, гуморального імунітету, функціональної активності нейтрофільних гранулоцитів і моноцитів, аутоімунних антитіл, циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) у досліджуваних групах пацієнтів на 15 добу лікування. Отримані результати наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Зміни середніх абсолютних показників основних субпопуляцій лімфоцитів на 15 добу лікування в досліджуваних групах хворих

Показники	Значення - абсолютне/ зміна %	Зміни показників у групах			
		Група дослідження (n = 53)		Контрольна група (n = 30)	
		До лікування	На 15 добу лікування	До лікування	На 15 добу лікування
NK - лімфоцити CD3-CD16+ CD56+	абс.	127,5 ± 9,2	172,5 ± 11,21	125,5 ± 15,56	146,81 ± 19,6
	%	49,4		23,8	
B - лімфоцити CD3-CD19+	абс.	205,15 ± 16,15	266,11 ± 7,78	207,5 ± 12,5	249,16 ± 7,25
	%	41,6		28,1	
T - лімфоцити CD3+CD19-	абс.	1270,5 ± 49,7	1563,0 ± 44,12	1355,0 ± 42,8	1362,0 ± 42,0 1
	%	32,2		0,8	
T - хелпери CD3+CD4+	абс.	565,7 ± 25,2	691,27 ± 39,41	630,5 ± 27,15	710,38 ± 31,6
	%	31,1		17,7	
T - цитотоксичні D3+CD8+	абс.	563,7 ± 23,5	651,41 ± 38,8	578,5 ± 21,42	622,07 ± 28,78
	%	21,8		10,5	

Як свідчать наведені дані, на 15 добу лікування визначено достовірне підвищення середніх абсолютних показників:

- NK - лімфоцитів у пацієнтів групи дослідження на 25,6 % достовірно більше, ніж у пацієнтів контрольної групи;
- В - лімфоцитів у пацієнтів групи дослідження на 13,5 % достовірно більше, ніж у пацієнтів контрольної групи;
- Т - лімфоцитів у пацієнтів групи дослідження на 31,4 % достовірно більше, ніж у пацієнтів контрольної групи;
- Т - хелперів у пацієнтів групи дослідження на 13,4 % достовірно більше, ніж у пацієнтів контрольної групи;
- Т - цитотоксичних лімфоцитів у пацієнтів групи дослідження на 11,3 % достовірно більше, ніж у пацієнтів контрольної групи.

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК

Хвора, 21 року, з діагнозом: асоційована герпесвірусна інфекція персистуючий перебіг у вигляді лівобічного поліневриту (ураження черепно-мозкових нервів – III, IV, V, VI, VII – краніоцervікальний синдром зліва була направлена Київським міським консультативно-діагностичним центром на консультацію. Поступила зі скаргами: набряк, біль, оніміння лівої половини обличчя та голови, порушення зору на ліве око. Хворіє із квітня 2015 року. Неодноразово знаходилась на стаціонарному та амбулаторному лікуванні за місцем проживання. При детальному обстеженні виявлено наявність Епштейн-Бар вірусу в крові та в сльозі. Призначено комплексне лікування: протівірусна імуномодулююча терапія та сеанс ЛТ. Після 3-х сеансів лазерної терапії біль взагалі зник, значно зменшився набряк, як видно на рис.1.



на початку лікування

після 3 сеансів ЛТ

Рисунок 1 – Динаміка комплексного лікування герпесвірусного ураження з застосуванням лазеротерапії на конкретному клінічному випадку

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для лікування хворих на герпетичні ураження периферичної нервової системи з больовим синдромом був застосований комплексний підхід: разом з традиційним лікуванням проводились курси лазеротерапії за схемами, що підбиралися індивідуально для кожного хворого в залежності від патології.

Слід відзначити, що до початку лікування у всіх пацієнтів спостерігався постійний виражений больовий синдром, який не купірувався знеболюючими лікарськими препаратами. Крім того, у пацієнтів була виявлена гематотоксичність, нефротоксична, ульцерогенна дія нестероїдних протизапальних засобів за тривалого введення. В результаті комбінованої терапії було отримано більш швидкий ефект, ніж у хворих, що одержували курси протокольного лікування (швидке зменшення больового синдрому в ушкоджених органах, зменшення набряків та поліпшення функцій органів, а також скорочення терміну лікування самого інфекційного ураження). Крім того, хворі, які одержували ЛТ, менше потребували

БІОМЕДИЧНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТА ПРИЛАДИ

призначення значно меншої кількості знеболюючих препаратів. Після закінчення курсу ЛТ у 75 % хворих БС зникав повністю, а в інших 25 % хворих зберігався помірний БС, який зникав після повторного курсу ЛТ. Отримані результати наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Оцінка ефективності застосування лазеротерапії при герпесвірусних ураженнях периферичної нервової системи

№	Показники	Традиційне лікування	Комплексне лікування
1	Зменшення больового синдрому (кількість хворих)	6	21
2	Підвищення об'єму рухливості (кількість хворих)	7	21
3	% зменшення болю	25	95
4	% зменшення тривалості лікування	100	25

Показано, що тривалість неврологічних синдромів у групі дослідження була меншою на 2 - 8 днів, ніж у контрольній групі.

На 28 добу лікування визначено достовірне підвищення середніх абсолютних показників Т - лімфоцитів, Т - хелперів, Т - цитотоксичних лімфоцитів, NK - лімфоцитів, В-лімфоцитів у пацієнтів групи дослідження достовірно більше, ніж у пацієнтів контрольної групи.

Протягом усього періоду спостереження у хворих зберігався стійкий анальгетичний ефект.

ВИСНОВКИ

Застосування лазерної терапії при лікуванні герпесвірусних ураженнях нервової системи є цілком обгрунтованим, оскільки дозволяє досягти цілого ряду переваг. Так, курс лазерної терапії від 5 - 15 процедур, які повторюються при необхідності 2 - 3 рази на рік, дозволяє:

- поступово зменшувати дози медикаментозного навантаження;
- досягти знеболюючого, протизапального, протинабрякового, імуномодулюючого ефектів;
- зменшити час лікування (у кілька разів);
- при хронічних формах захворювань спостерігати довгострокову ремісію, а при початкових гострих формах захворювань призводити до повного одужання;
- проводити безболісне й неінвазивне лікування в амбулаторно-поліклінічних умовах;
- уникнути додаткових проявів алергічних реакцій;
- поліпшити якість життя хворих на герпесвірусні інфекції;
- істотним чином зменшити вартість лікування.

ПОДЯКИ

Дослідження виконано за підтримки гранту Національного фонду досліджень України 2022.01/0135.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Виговська О.В., Герпесвірусні інфекції у дітей: класифікація, клінічні форми, прояви, соціально-медичні аспекти, *Дитячий лікар*, Т. 4, № 49, С. 41-51, 2016.
2. С. В. Кузнецов, Т. О. Кірсанова, Т. С. Копійченко, Л. В. Мушенко, О. В. Симонова «Герпесвірусні інфекції – сучасний стан проблеми» у *Актуальні питання дерматології, венерології та ВІЛ/СНІД інфекції*: збірник наукових праць. Харків: С.А.М., 2014, С. 140–152.
3. Андрєєва О.Г., Муравська Л.В., Дьяченко П.А., Гетьман Л.І., Руденко А.О., Сучасні проблеми, діагностика та лікування герпесвірусних інфекцій, *Актуальна інфектологія*, Т. 8, №3-4, С. 63-67, 2020.
4. Дячун Н.Ю., Дербак М.А., Жолудєва Л.О., Дячун Я.Л., Про можливу роль хронічної герпетичної інфекції у розвитку орофарингеального раку, *Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина»*, Т. 3, № 42, С. 29-31, 2011.
5. Березіна Л.В., Сучасні можливості лазеротерапії нейроінфекцій, *Інфекційні хвороби*, №2(84), С.65-72, 2016.

6. Пантьо В.В., Ніколайчук В.І., Пантьо В.І., Корунець А.В., Вплив низькоінтенсивного лазерного випромінювання на біологічні об'єкти та чутливість мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів, *Фотобіологія та фотомедицина*, № 1, 2., С. 80-87, 2010.
7. Филоненко Е.В., Урлова А.Н., Иванова-радкевич В.И., Возможности применения низкоинтенсивной лазерной и магнитно-лазерной терапии в онкологии, *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.*, Т.3, №3, С.79-82, 2014.
8. Єфімова Л., Низька інтенсивність – висока ефективність: застосування НІЛІ в естетичній медицині, *Les Nouvelles Esthetiques Україна*, №6 (70), 2011-2012.
9. Березина Л.В., Фільчаков І.Г., Міроненко А.П., Войцехович В.С., Холін В.В., Радченко Л.В., Визначення противірусної дії лазерного випромінювання на моделі чутливих клітин та вірусу грипу, *Фотобіологія та фотомедицина*, № 1,2, с. 59-63, 2014 .
10. Войцехович В.С., Ганул В.Л., Зайцев С.Л., Кравченко О.М., Мамута О.Д., Холін В.В., Дослідження світлоабсорбційних властивостей біологічної тканини та їх значення для лазерної терапії, *Фотобіологія та фотомедицина. Науково-практичний журнал*, т. X, № 1-2, С. 71-75, 2013.
11. Войцехович В.С., Ганул В.Л., Головка Л.Ф., Зайцев С.Л. Качалова Н.М., Кравченко О.М., Мамута О.В., Особливості впливу неперервного та імпульсного лазерного випромінювання на оптичні та теплофізичні характеристики біологічних тканин, *Український фізичний журнал*, № 12, Т. 59, С. 1149-1154, 2014.
12. <http://www.fotonikaplus.com.ua/produksiya/lazernye-apparaty/apparat-lazernyj-terapevticheskij-lika-terapevt-m.html>.
13. Kukharchuk, Vasyi V., Sergii V. Pavlov, Volodymyr S. Holodiuk, Valery E. Kryvonosov, Krzysztof Skorupski, Assel Mussabekova, and Gaini Karnakova. 2022. "Information Conversion in Measuring Channels with Optoelectronic Sensors" *Sensors* 22, no. 1: 271. <https://doi.org/10.3390/s22010271>
14. Sergii V. Pavlov, Aleksandr T. Kozhukhar, et al. Electro-optical system for the automated selection of dental implants according to their colour matching // PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 93 NR 3/2017. – P. 121-124.

REFERENCES

1. Vygovska O.V., Herpesvirus infections in children: classification, clinical forms, manifestations, socio-medical aspects, *Pediatrician*, Vol. 4, No. 49, pp. 41-51, 2016.
2. S. V. Kuznietsov, T. O. Kirsanova, T. S. Kopyichenko, L. V. Mushenko, O. V. Symonova "Herpesvirusni infektsii – suchasnyi stan problemy" in *Aktualni pytannia dermatologii, venerologii ta VIL/SNID infektsii* : zbirnyk naukovykh prats. Kharkiv: S.A.M., 2014, S. 140–152.
3. Andreeva O.G., Muravska L.V., Dyachenko P.A., Hetman L.I., Rudenko A.O., Current problems, diagnosis and treatment of herpesvirus infections, *Current Infectology*, Vol. 8, No. 3 -4, pp. 63-67, 2020.
4. Dyachun N.Yu., Derbak M.A., Zholudeva L.O., Dyachun Y.L., About the possible role of chronic herpes infection in the development of oropharyngeal cancer, *Scientific Bulletin of Uzhgorod University, "Medicine" series*, Vol. 3, No. 42, pp. 29-31, 2011.
5. L.V. Berezina, Modern possibilities of laser therapy of neuroinfections, *Infectious diseases*, No. 2(84), pp. 65-72, 2016.
6. Pantyo V.V., Nikolaychuk V.I., Pantyo V.I., Korunets A.V., The influence of low-intensity laser radiation on biological objects and the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs, *Photobiology and photomedicine*, No. 1, 2 ., pp. 80-87, 2010.
7. Filonenko E.V., Urlova A.N., Ivanova-radkevich V.Y., Possibilities of using low-intensity laser and magnetic laser therapy in oncology, *Oncology. Magazine named after PAS. Herzen.*, Vol. 3, No. 3, pp. 79-82, 2014.
8. Yefimova L., Low intensity – high efficiency: application of NIL in aesthetic medicine, *Les Nouvelles Esthetiques Ukraine*, No. 6 (70), 2011-2012.
9. L.V. Berezina, I.G. Filchakov, A.P. Mironenko, V.S. Voytsekhovych, V.V. Kholin, L.V. Radchenko, Determining the antiviral effect of laser radiation on a model of sensitive cells and influenza virus , *Photobiology and photomedicine*, No. 1, 2, p. 59-63, 2014.
10. Voitsechovich V.S., Ganul V.L., Zaitsev S.L., Kravchenko O.M., Mamuta O.D., Kholin V.V., Study of light absorption properties of biological tissue and their significance for laser therapy, *Photobiology and photomedicine. Scientific and practical journal*, Vol. X, No. 1-2, С. 71-75, 2013.

11. Voitsekhovych V.S., Ganul V.L., Golovko L.F., Zaitsev S.L. Kachalova N.M., Kravchenko O.M., Mamuta O.V., Peculiarities of the influence of continuous and pulsed laser radiation on the optical and thermophysical characteristics of biological tissues, Ukrainian Physical Journal, No. 12, Vol. 59, pp. 1149-1154, 2014.
12. <http://www.fotonikaplus.com.ua/produksiya/lazernye-apparaty/apparat-lazernyj-terapevticheskij-lika-terapevt-m.html>.
13. Kukharchuk, Vasyl V., Sergii V. Pavlov, Volodymyr S. Holodiuk, Valery E. Kryvonosov, Krzysztof Skorupski, Assel Mussabekova, and Gaini Karnakova. 2022. "Information Conversion in Measuring Channels with Optoelectronic Sensors" *Sensors* 22, no. 1: 271. <https://doi.org/10.3390/s22010271>.
14. Sergii V. Pavlov, Aleksandr T. Kozhukhar, et al. Electro-optical system for the automated selection of dental implants according to their colour matching // PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 93 NR 3/2017. – P. 121-124.

Надійшла до редакції 14.11.2023р.

ВОЙЦЕХОВИЧ ВАЛЕРІЙ СТЕПАНОВИЧ – канд.фіз.-мат.наук, с.н.с. відділу когерентної і квантової оптики Інституту фізики НАН України, Київ, Україна, [e-mail: valvvs55@gmail.com](mailto:valvvs55@gmail.com)

КРАВЧЕНКО ОЛЕКСАНДРА МИКОЛАЇВНА – м.н.с. відділу науково-організаційної та міжнародної діяльності ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб імені Л.В. Громашевського НАМН України», Київ, Україна, [e-mail: kan72@email.ua](mailto:kan72@email.ua)

ВАСНЄЦОВ МИХАЙЛО ВІКТОРОВИЧ – д-р.фіз.-мат.наук, проф., головн.н.с., зав. Відділом оптичної квантової електроніки Інституту фізики НАН України, Київ, Україна, [e-mail: mikhail.v.vasnetsov@gmail.com](mailto:mikhail.v.vasnetsov@gmail.com)

КАЧАЛОВА НАТАЛІЯ МИХАЙЛІВНА – канд.фіз.-мат.наук., с.дослід., с.н.с. відділу когерентної і квантової оптики Інституту фізики НАН України, Київ, Україна, [e-mail: kachalova7nm@gmail.com](mailto:kachalova7nm@gmail.com)

ПАВЛОВ ВОЛОДИМИР СЕРГІЙОВИЧ – аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем Вінницького національного технічного університету, [e-mail: machinehead6926@gmail.com](mailto:machinehead6926@gmail.com)

МАМУТА ОЛЕКСАНДР ДМИТРОВИЧ – канд.тех.наук, н.с. відділу когерентної і квантової оптики Інституту фізики НАН України, Київ, Україна, [e-mail: mamuta.aleksandr@gmail.com](mailto:mamuta.aleksandr@gmail.com)

ХОМЕНКО ВАДИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ – м.н.с. відділу когерентної і квантової оптики Інституту фізики НАН України, Київ, Україна, [e-mail: khomenko.vadim@gmail.com](mailto:khomenko.vadim@gmail.com)

Valery VOITSEHOVYCH, Oleksandra KRAVCHENKO, Mykhailo VASNETSOV,
Natalia KACHALOVA, Volodymyr PAVLOV, Oleksandr MAMUTA, Vadym KHOMENKO

**THE USE OF LASER THERAPY IN HERPESVIRUS INJURIES
OF THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM**

Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine,
03680, Nauky Ave., 46, Kyiv, Ukraine
SI "Institute of Epidemiology and Infectious Diseases named after L. V. Gromashevsky NMU of Ukraine", 03038, str.
Mykolya Amosova, 5, Kyiv, Ukraine
Vinnytsia National Technical University