

Данко Ельвіра Михайлівна,
старший викладач кафедри терапевтичної стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-3997-9311
м. Ужгород, Україна

Костенко Євген Якович,
доктор медичних наук, професор,
професор кафедри ортопедичної стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-3997-2371
м. Ужгород, Україна

Пантьо Валерій Валерійович,
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри мікробіології, вірусології, епідеміології
з курсом інфекційних хвороб,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-0207-3372
м. Ужгород, Україна

Застосування PILER випромінювання при комплексному лікуванні пародонтиту

Вступ. Пародонтит є запально-дистрофічним захворюванням, яке призводить до втрати зубів, погіршення стану здоров'я, негативно впливає на якість життя, а близько 11% населення планети страждають важкими ступенями пародонтиту. Традиційні методи лікування не завжди приносять бажаного результату, тому постає питання пошуку нових методів лікування, зокрема, використання низькоінтенсивного випромінювання. **Метою даної роботи** було визначити ефективність впливу PILER випромінювання на динаміку показників індексної оцінки тканин пародонту та глибини пародонтальних кишень у пацієнтів з генералізованим пародонтитом при комплексному лікуванні. В даному дослідженні провели лікування 46 пацієнтів з хронічним генералізованим пародонтитом I-II ступенів. Хворих було поділено на дві групи: 1 групу склали 22 пацієнти, яким проводили лікування згідно загальноприйнятих пародонтологічних втручань та 2 групу – 24 пацієнти, яким додатково проводили опромінення PILER випромінюванням червоного спектру ($\lambda=625-740$ нм). Тривалість опромінення складала 20 хвилин з курсом у 10 процедур. Оцінку результатів проведеного лікування в обох групах визначали за допомогою індексів РМА, Федорова-Володкіної, індекса кровоточивості ясенних сосочків та визначали глибину пародонтальних кишень. Після проведеного лікування ми отримали покращення всіх показників у обох групах. Разом з тим, показники індексної оцінки тканин пародонту та глибини пародонтальних кишень були значно кращими у групі 2, порівнюючи з даними показників групи 1. Через 6 місяців показник РМА становив $14,1 \pm 2,57$ у групі 2, що на 42,4% краще, ніж показники групи 1 – $24,5 \pm 3,64$; індекс Федорова-Володкіної становив $1,3 \pm 0,47$ у групі 2, що на 27,7% краще, ніж показники групи 1 – $1,8 \pm 0,59$; індекс кровоточивості ясенних сосочків становив $0,54 \pm 0,51$ у групі 2, що на 57,4% краще показників групи 1 – $1,27 \pm 0,63$; глибина пародонтальних кишень становила $2,31 \pm 0,41$ у групі 2, зменшилася на 1,29 мм порівнюючи з вихідними даними до лікування, що на 25% краще порівнюючи з даними групи 1 – $3,08 \pm 0,32$, де зменшення глибини пародонтальних кишень відбулося на 0,72 мм. Таким чином, PILER випромінювання справляє позитивний ефект на динаміку показників гігієни, індексної оцінки стану тканин пародонту та глибини пародонтальних кишень. За отриманими результатами лікування можна стверджувати, що PILER випромінювання чинить протизапальну дію на тканини пародонту та може бути рекомендованим до використання при комплексному лікуванні захворювань тканин пародонту.

Ключові слова: захворювання тканин пародонту, лікування пародонтиту, низькоінтенсивне випромінювання, поляризоване випромінювання, індексна оцінка тканин пародонту.

Danko Elvira Mykhailivna, Senior Lecturer at the Department of Therapeutic Dentistry, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0002-3997-9311, Uzhhorod, Ukraine

Kostenko Yevhen Yakovich, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Professor of Department of Prosthetic Dentistry, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0002-3997-2371, Uzhhorod, Ukraine

Pantyo Valeriy Valeriiovych, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Microbiology, Virology, Epidemiology with the Course of Infectious Diseases, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0002-0207-3372, Uzhhorod, Ukraine

The use of PILER radiation in the complex treatment of periodontitis

Introduction. Periodontitis is an inflammatory-dystrophic disease that leads to tooth loss, deterioration of health, negatively affects the quality of life, and about 11% of the world's population suffers from severe degrees of periodontitis. Traditional methods of treatment do not always bring the desired result, so the question arises of finding new methods of treatment, in particular, the use of low-intensity radiation.

The purpose of this work was to determine the effectiveness of the PILER radiation effect on the dynamics of index assessment of periodontal tissues and the depth of periodontal pockets in patients with generalized periodontitis during complex treatment. In this study, 46 patients with chronic generalized periodontitis of the I-II degrees were treated. The patients were divided into two groups: the 1st group consisted of 22 patients who were treated according to generally accepted periodontological interventions, and the 2nd group – 24 patients who were additionally treated with PILER radiation with red spectrum radiation ($\lambda=625-740$ nm). The duration of irradiation was 20 minutes with a course of 10 procedures. The evaluation of the results of the treatment in both groups was determined using the PMA, Fedorov-Volodkina indices, the papilla bleeding index, and the periodontal pockets depth was determined. After the treatment, we got an improvement in all indicators in both groups. However, the periodontal tissue index and periodontal pocket depth scores were significantly better in group 2 compared to group 1. After 6 months, the PMA index was 14.1 ± 2.57 in group 2, which is 42.4% better than the indicators of group 1 – 24.5 ± 3.64 ; the Fedorov-Volodkina index was 1.3 ± 0.47 in group 2, which is 27.7% better than the indicators of group 1 – 1.8 ± 0.59 ; the papilla bleeding index was 0.54 ± 0.51 in group 2, which is 57.4% better than the indicators of group 1 – 1.27 ± 0.63 ; the depth of periodontal pockets was 2.31 ± 0.41 in group 2, decreased by 1.29 mm compared to the initial data before treatment, which is 25% better compared to the data of group 1 – 3.08 ± 0.32 , where the decrease in depth of periodontal pockets occurred by 0.72 mm. Thus, PILER radiation has a positive effect on the dynamics of hygiene indicators, index assessment of periodontal tissues and the periodontal pockets depth. Based on the results of treatment, it can be stated that PILER radiation has an anti-inflammatory effect on periodontal tissues and can be recommended for use in the complex treatment of periodontal tissue diseases.

Key words: periodontal diseases, treatment of periodontitis, low-intensity radiation, polarized radiation, index assessment of periodontal tissues.

Вступ. Захворювання тканин пародонту є одними з найбільш поширених захворювань, а пародонтит являє собою запально-дистрофічне захворювання, яке спричинене насамперед наявністю патогенної мікрофлори, призводить до запалення та руйнування опорних тканин зуба, в тому числі періодонтальних зв'язок та альвеолярної кістки [11]. За даними досліджень, близько 11% населення по всьому світу, страждають важким ступенем пародонтиту [4, 5]. Загальноприйняті методи лікування, до яких входить зняття зубних відкладень за допомогою ручних інструментів (кюреток) та ультразвукового скейлера – Scaling and Root Planing (SRP), не завжди приносять бажаний результат [3], а вживання місцевих та системних антибіотиків ускладнює той факт, що мікрофлора, яка входить в склад біоплівки на поверхні зубів на пародонтальних кишнях, набуває все більшої резистентності [6, 15]. Тому постає питання пошуку нових, сучасних та вдосконалених методів лікування захворювань тканин пародонту.

З розвитком сучасних методів лікування, все більшої уваги приділяють застосуванню комплексної терапії захворювань тканин пародонту з комбінуванням загальноприйнятого протоколу лікування та використанням низькоінтенсивного випромінювання, в тому числі, світлодіодного, лазерного та PILER (Polarized Polychromatic Incoherent Low Energy Radiation) випромінювання [14, 17, 2]. Як показують дослідження, низькоінтенсивне випромінювання в діапазоні 630-980 нм має важливу роль при нехірургічному лікуванні пародонтиту, оскільки сприяє зменшенню запального процесу у тканинах пародонту, має регенеруючий вплив на тканини, зменшує біль, володіє фотобіомодулюючим ефектом впливу на тканини, про який свідчить зниження маркерних фенотипів, пов'язаних з активованими макрофагами, активними формами азоту та прозапальними цитокінами [8].

На даний час проведено чимало досліджень впливу PILER випромінювання на лікування гнійно-запальних захворювань, досліджено його протимікробні властивості щодо деяких умовно-патогенних мікроорганізмів та встановлено його аналізує, регенеруючу та протизапальну дію [10, 7]. Досліджено, що PILER випромінювання покращує та пришвидшує клінічні результати при комплексному лікуванні у пацієнтів з катаральним

гінгівітом, завдяки своїй протимікробній та проти-запальній дії [2]. Метою даної роботи було визначити ефективність впливу PILER випромінювання на динаміку показників індексної оцінки тканин пародонту та глибини пародонтальних кишень у пацієнтів з генералізованим пародонтитом при комплексному лікуванні.

Методологія та методи дослідження. На базі Університетської стоматологічної поліклініки м. Ужгород було проведено обстеження 68 пацієнтів віком від 33 до 58 років без супутньої патології. У 46 пацієнтів було виявлено хронічний генералізований пародонтит (ХГП) I-II ступеню.

Кожному пацієнту з захворюванням тканин пародонту було проведено комплексне клінічне обстеження, в яке входило проведення огляду зубних рядів, стану слизових оболонок тканин порожнини рота та ясен, присінку порожнини рота, пальпування регіонарних лімфатичних вузлів. Проведено індексну оцінку тканин пародонта за допомогою індексів PMA за Parma (1960), Федорова-Володкіної (Ю.А. Федоров, В.В. Володкіна, 1971), індексу кровоточивості ясенних сосочків (PBI, Saxer і Muhlemann, 1975), проведено визначення глибини пародонтальних кишень (PPD) за допомогою градуйованого пародонтального зонда рекомендованого ВООЗ. Оцінку вказаних показників проводили пацієнтам до лікування, на 14-й день лікування, через 3 місяці та через 6 місяців після лікування. Дані по визначенню глибини пародонтальних кишень вносили у пародонтальну карту пацієнтів.

Також пацієнтам проводили рентгенологічне обстеження для візуальної оцінки стану кісткової тканини коміркового відростка верхньої та коміркової частини нижньої щелепи та для визначення ступеню резорбції кісткової тканини.

Додатково до основного клінічного обстеження перед початком лікування та в кінці лікування на 14 день всім пацієнтам проводили забір мікрофлори з пародонтальних кишень для визначення їх кількісного та якісного складу, та проведення антибіотикограми до лікування.

Пацієнтів було поділено на дві групи: 1 групу склали 22 пацієнти на ХГП I-II ступеню, яким ми проводили загальноприйнятій метод лікування, 2 групу склали 24 пацієнти на ХГП I-II ступеню, яким додатково проводили курс опромінення PILER випроміню-

ванням із червоним світлофільтром ($\lambda=625-740$ нм) при щільності потужності $40\text{мВт}/\text{см}^2$.

Джерелом PILER випромінювання слугував сертифікований медичний апарат Bioptron "MedAll" (Bioptron light therapy system by Zepher Group, Швейцарія).

Опромінення апаратом Bioptron "MedAll" хворих 2 групи проводили аплікаційно з відстані 2-5 см від слизової оболонки ураженої ділянки ясен на протязі 20 хвилин (рис. 1). Після кожної процедури на опромінену ділянку ясен наносили гель «Метрогіл Дента». Курс опромінення становив 10 процедур.



Рис. 1. Опромінення слизової ясен апаратом Bioptron "MedAll" з червоним світлофільтром

Загальноприйнятий метод лікування проводили за наступною схемою. Всім пацієнтам обох груп перед лікуванням проводили зняття зубних відкладень за протоколом Guided Biofilm Therapy (GBT) [16] з використанням Aif-flow Perio, що містить гліцин, зняття твердих зубних відкладень за допомогою ультразвукового

скейлера (Woodpecker, КНП). Також додатково проводили зняття зубних відкладень ручними інструментами методом Scaling and Root Planing (SRP). Медикаментозно призначали наступні препарати: антибіотик в залежності від антибіограми на 7 днів, пробіотик – потягом 7 днів, нестероїдний протизапальний препарат «Фламідез» 1 таблетка 2 рази на день протягом 5 днів, полоскання ротової порожнини $0,05\%$ розчином хлоргексидину біглюконату 2 рази на день протягом 5 днів, нанесення гелю «Метрогіл Дента» на ясна 2 рази на день протягом 14 днів, «Аскорутин» 1 таблетка 2 рази на день протягом 1 місяця. А також всім пацієнтам були надані гігієнічні рекомендації по догляду за порожниною рота.

Статистичну обробку даних з визначенням середнього арифметичного та стандартного відхилення вибірок, проводили за допомогою програми Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Для визначення вірогідності відмінностей між показниками лікування груп хворих використовували t-критерій Стьюдента. Відмінність вважали статистично значущою при $p < 0,05$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Після проведеного курсу комплексного лікування у хворих 2 групи спостерігалось швидке та значне покращення клінічних ознак: зникла виражена кровоточивість, набряк міжзубних сосочків, значно покращувались показники індексної оцінки тканин пародонту. У хворих 1 групи зникнення клінічних ознак запалення, кровоточивості та покращення показників індексної оцінки спостерігалось пізніше та не завжди відповідало бажаному результату. Результати індексної оцінки тканин пародонту та вимірювання глибини пародонтальних кишень наведені у таблиці 1.

Показники індексної оцінки тканин пародонту та глибини пародонтальних кишень в усіх групах хворих до лікування суттєво не відрізнялися, тобто, були співрозмірними.

В 1 групі показник РМА на 14-ий день лікування склав $23,2 \pm 3,86$, через 3 місяці показник становив $22,4 \pm 3,40$, та через 6 місяців – $24,5 \pm 3,64$ відповідно, що на 45% краще порівнюючи з даними до лікування – $44,6 \pm 10,55$ (табл. 1). В 2 групі на 14-ий день

Таблиця 1

Динаміка показників індексної оцінки тканин пародонту та глибини пародонтальних кишень хворих на хронічний генералізований пародонтит I-II ступенів

Термін лікування	Групи хворих	Показники			
		Індекс РМА за Рамта, %	Індекс Федорова-Володкіної	Індекс кровоточивості ясенних сосочків (РВІ)	Глибина пародонтальних кишень (РРД), мм
До лікування	група 1 (n=22)	$44,6 \pm 10,55$	$2,8 \pm 0,49$	$2,84 \pm 0,57$	$3,8 \pm 0,26$
	група 2 (n=24)	$40,7 \pm 11,7$	$3,1 \pm 0,55$	$2,79 \pm 0,58$	$3,6 \pm 0,31$
На 14-ий день лікування	група 1 (n=22)	$23,2 \pm 3,86$	$1,5 \pm 0,44$	$0,59 \pm 0,45$	$3,32 \pm 0,43$
	група 2 (n=24)	$15,7 \pm 4,27$	$0,93 \pm 0,49$	$0,44 \pm 0,42$	$2,75 \pm 0,29$
Через 3 місяці	група 1 (n=22)	$22,4 \pm 3,40$	$1,6 \pm 0,39$	$0,64 \pm 0,44$	$3,19 \pm 0,38$
	група 2 (n=24)	$13,7 \pm 1,70$	$1,1 \pm 0,61$	$0,41 \pm 0,39$	$2,64 \pm 0,44$
Через 6 місяців	група 1 (n=22)	$24,5 \pm 3,64$	$1,8 \pm 0,59$	$1,27 \pm 0,63$	$3,08 \pm 0,32$
	група 2 (n=24)	$14,1 \pm 2,57$	$1,3 \pm 0,47$	$0,54 \pm 0,51$	$2,31 \pm 0,41$

Примітка: достовірність різниці між експериментальними та контрольними групами була менше $0,05$ ($p < 0,05$).

лікування показник РМА становив $15,7 \pm 4,27$, через 3 місяці – $13,7 \pm 1,70$, та через 6 місяців – $14,1 \pm 2,57$ відповідно, що на 65,3% краще порівнюючи з даними до лікування – $40,7 \pm 11,7$ (табл. 1). Порівнюючи групи між собою, показник РМА значно швидше покращився у групі 2 ніж у групі 1, а саме, на 14-ий день даний показник був на 32,3% краще ніж в групі 1, через 3 місяці у 2 групі дані були на 38,8% краще групи 1 і на 42,4% краще через 6 місяців.

Показник індексу Федорова-Володкіної в 1 групі на 14-ий день лікування склав $1,5 \pm 0,44$, через 3 місяці показник становив $1,6 \pm 0,39$, та через 6 місяців – $1,8 \pm 0,59$, що на 35,7% краще порівнюючи з даними до лікування – $2,8 \pm 0,49$ (табл. 1). В 2 групі на 14-ий день лікування показник індексу Федорова-Володкіної становив $0,93 \pm 0,49$, через 3 місяці – $1,1 \pm 0,61$, та через 6 місяців – $1,3 \pm 0,47$, що на 58% краще порівнюючи з даними до лікування – $3,1 \pm 0,55$ (табл. 1). Порівнюючи групи між собою, показник індексу Федорова-Володкіної значно швидше покращився у групі 2 ніж у групі 1, а саме, на 14-ий день даний показник був на 38% краще ніж в групі 1, через 3 місяці у 2 групі дані були на 31,2% краще групи 1 і на 27,7% краще через 6 місяців відповідно.

Отримані дані проведеного індексу кровоточивості ясенних сосочків (РВІ) під час та після лікування вказують на покращення стану тканин пародонту в обох груп. В 1 групі показник РВІ на 14-ий день лікування склав $0,59 \pm 0,45$, через 3 місяці показник становив $0,64 \pm 0,44$, та через 6 місяців – $1,27 \pm 0,63$ відповідно, що на 55,2% краще порівнюючи з даними до лікування – $2,84 \pm 0,57$ (табл. 1). В 2 групі на 14-ий день лікування показник РВІ становив $0,44 \pm 0,42$, через 3 місяці – $0,41 \pm 0,39$, та через 6 місяців – $0,54 \pm 0,51$ відповідно, що на 80,6% краще порівнюючи з даними до лікування – $2,79 \pm 0,58$ (табл. 1). Порівнюючи групи між собою показник РВІ значно швидше покращився у групі 2 ніж у групі 1, а саме, на 14-ий день даний показник був на 25,4% краще ніж в групі 1, через 3 місяці у 2 групі дані були на 35,9% краще групи 1 і на 57,4% краще через 6 місяців відповідно.

Глибина пародонтальних кишень також зменшилася в пацієнтів обох груп після проведеного лікування. В групі 1 на 14-ий день лікування глибина пародонтальних кишень становила $3,32 \pm 0,43$, що на 0,48 мм менше порівнюючи з даними до лікування – $3,8 \pm 0,26$, через 3 місяці – $3,19 \pm 0,38$, що на 0,61 мм менше до лікування та через 6 місяців – $3,08 \pm 0,32$, що на 0,72 мм менше відповідно (табл. 1). В групі 2 на 14-ий день лікування глибина пародонтальних кишень становила $2,75 \pm 0,29$, що на 0,85 мм менше порівнюючи з даними

до лікування – $3,6 \pm 0,31$, через 3 місяці – $2,64 \pm 0,44$, що на 0,96 мм менше до лікування та через 6 місяців – $2,31 \pm 0,41$, що на 1,29 мм менше відповідно (табл. 1). Порівнюючи групи між собою, на 14-ий день лікування глибина пародонтальних кишень у групі 2 зменшилася на 17,1% у порівнянні з групою 1, через 3 місяці на 17,2% та через 6 місяців на 25% відповідно.

Аналізуючи проведене дослідження, ми отримали позитивні результати лікування в обох групах пацієнтів, але результати показників індексної оцінки та глибини пародонтальних кишень були значно кращими в групі 2. Завдяки основним характеристикам, таким як поляризованість (до 95%), поліхроматичність, некогерентність та низька щільність потужності (40 мВт/см^2), PILER випромінювання володіє гарними регенеруючими, анальгезуючими та протизапальними властивостями на тканини організму [1]. Дані досліджень вказують, що використання червоного спектру випромінювання ($\lambda=660 \text{ нм}$) при захворюваннях тканин пародонту збільшує проліферацію та остеогенну диференціацію стовбурових клітин пародонтальних зв'язок, призводить до зменшення запалення та утворення нових колагенових волокон [9, 12, 13], про що свідчать також результати нашого дослідження, а саме покращення показників при комплексному лікуванні хронічного генералізованого пародонтиту у пацієнтів групи 2 з використанням опромінення PILER випромінюванням з червоним світлофільтром ($\lambda=625-740 \text{ нм}$).

Висновки з дослідження. Використання PILER випромінювання в комплексному лікуванні пацієнтів з хронічним генералізованим пародонтитом значно пришвидшує та покращує показники та результати лікування у пацієнтів 2 групи, яким додатково проводили курс опромінення, порівнюючи з пацієнтами групи 1, яким проводили загальноприйнятий метод лікування. Через 6 місяців результати показників індексів РМА, Федорова-Володкіної та індексу кровоточивості ясенних сосочків групи 2 були на 25-57,4% кращими за показники групи 1. Глибина пародонтальних кишень у пацієнтів групи 2 зменшилася в середньому на 1,29 мм, порівнюючи з вихідними даними до лікування, що на 25% краще показників групи 1, де зменшення глибини пародонтальних кишень відбулося на 0,72 мм. Таким чином, PILER випромінювання справляє позитивний ефект на динаміку показників гігієни, індексної оцінки стану тканин пародонта та глибини пародонтальних кишень. За отриманими результатами лікування можна стверджувати, що PILER випромінювання чинить протизапальну дію на тканини пародонту та може бути рекомендованим до використання при комплексному лікуванні захворювань тканин пародонту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гуляр С.А. Біоптрон-світлотерапія та ресурси її застосування в хірургії. Фотобіологія та фотомедицина. 2012. 9 (1-2). С. 16–30.
2. Ефективність застосування PILER випромінювання в комплексному лікуванні запальних захворювань тканин пародонту. Данко Е.М., Костенко Є.Я., Костенко С.Б., Пантьо В.В. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2021. 21(4) С. 107–111. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.21.4.107>.
3. Comparison between scaling-root-planing (SRP) and SRP/photodynamic therapy: six-month study. Berakdar M., Callaway A., Eddin M.F., Ross A., Willershausen, B. *Head & face medicine*. 2012. 8. P.12. <https://doi.org/10.1186/1746-160X-8-12>
4. Current Concepts in the Management of Periodontitis. Kwon T., Lamster I.B., Levin L. *International dental journal*. 2021. 71(6). P.462–476.

5. Global epidemiology of dental caries and severe periodontitis – a comprehensive review. Frencken J.E, Sharma P, Stenhouse L, et al. *J Clin Periodontol*. 2017. 44 (Suppl 18). P. 94–105. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12677>.
6. Guentsch A. Antibiotics against Periodontal Biofilms. *Monographs in oral science*. 2021. 29. P.119–132. <https://doi.org/10.1159/000510188>;
7. Gulyar, S.A. Accents of the human body electromagnetic balance regulation system. *Photobiol Photomed*. 2018. 15(1(24), 52–68. <https://doi.org/10.26565/2076-0612-2018-24-07>.
8. Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys*. 2017;4(3):337–61. <https://doi.org/10.3934/biophys.2017.3.337>.
9. High-power, red-light-emitting diode irradiation enhances proliferation, osteogenic differentiation, and mineralization of human periodontal ligament stem cells via ERK signaling pathway / Yamauchi N., Taguchi Y., Kato H., & Umeda, M. *Journal of periodontology*. 2018. 89(3), 351–360. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0365> ;
10. Impact of polarized low-intense radiation and photosensitizers on growth of *Staphylococcus aureus*. Pantyo V. V., Danko E. M., Fizer M. M., Koval G. M., Pantyo V. I. *Bulletin of problems biology and medicine*. Issue 2 part 2 (165), 2022. P. 12–16. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2022-2-2-165-12-16>.
11. Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind: A call for global action / Tonetti M.S., Jepsen S., Jin, L., Otomo-Corgel J. *Journal of clinical periodontology*. 2017. 44(5). P. 456–462. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12732>.
12. Irradiation by light-emitting diode light as an adjunct to facilitate healing of experimental periodontitis in vivo. Chang P. C., Chien L. Y., Ye Y., & Kao M. J. *Journal of Periodontal Research*. 2013. 48(2), 135–143. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.2012.01511.x> ;
13. Irradiation with red light-emitting diode enhances proliferation and osteogenic differentiation of periodontal ligament stem cells. Wu Y., Zhu T., Yang Y., Gao H., Shu C., Chen Q., & Wang Y. *Lasers in Medical Science*. 2021. 36, 1535–1543. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03278-1>
14. LASER in periodontal treatment: is it an effective treatment or science fiction?. Theodoro L.H., Marcantonio R.A.C., Wainwright M., & Garcia V.G. *Brazilian oral research*. 2021. 35(Supp2). e099. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0099>;
15. Mechanisms of action of systemic antibiotics used in periodontal treatment and mechanisms of bacterial resistance to these drugs. Soares G.M., Figueiredo L.C., Favari M., Cortelli S.C., Duarte, P.M., Feres M. *Journal of applied oral science : revista FOB*. 2012. 20(3). P.295–309. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572012000300002>;
16. Novel Approach to Dental Biofilm Management through Guided Biofilm Therapy (GBT): A Review. Shrivastava, D., Natoli, V., Srivastava, K. C., Alzoubi, I. A., Nagy, A. I., Hamza, M. O., Al-Johani, K., Alam, M. K., & Khurshid, Z. *Microorganisms* 2021. 9(9), 1966. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091966>.
17. Systematic review and meta-analysis on the nonsurgical treatment of chronic periodontitis by means of scaling and root planing with or without adjuncts / Smiley, C. J., Tracy, S. L., Abt, E., Michalowicz, B. S., John, M. T., Gunsolley, J., Cobb, C. M., Rossmann, J., Harrel, S. K., Forrest, J. L., Hujoel, P. P., Noraian, K. W., Greenwell, H., Frantsve-Hawley, J., Estrich, C., & Hanson, N. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 2015. 146(7). 508–24.e5. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2015.01.028>.

REFERENCES

1. Gulyar, S.A. (2012). Bioptron light therapy and resources of its application in surgery, 9(1-2), 16–30.
2. Danko, E.M., Kostenko, Ye. Ya., Kostenko, S.B. & Pantyo, V.V. (2021). Efektyvnist zastosuvannia PILER vyprominiuvannia v kompleksnomu likuvanni zapalnykh zakhvoriuvan tkanyn parodontu. [Efficacy of piler irradiation in the integrated treatment of inflammatory diseases of periodontic tissues]. *Actual Problems of the Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*. 21(4), 107–111. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.21.4.107>.
3. Berakdar, M., Callaway, A., Eddin, M. F., Ross, A., & Willershausen, B. (2012). Comparison between scaling-root-planing (SRP) and SRP/photodynamic therapy: six-month study. *Head & face medicine*, 8, 12. [in English]. <https://doi.org/10.1186/1746-160X-8-12>.
4. Kwon, T., Lamster, I. B., & Levin, L. (2021). Current Concepts in the Management of Periodontitis. *International dental journal*, 71(6), 462–476. [in English]. <https://doi.org/10.1111/idj.12630>.
5. Frencken, J.E, Sharma, P, Stenhouse, L, et al.(2017) Global epidemiology of dental caries and severe periodontitis – a comprehensive review. *J Clin Periodontol*.;44(Suppl 18):S94–S105. [in English]. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12677>.
6. Guentsch, A. (2021). Antibiotics against Periodontal Biofilms. *Monographs in oral science*, 29, 119–132. [in English]. <https://doi.org/10.1159/000510188>.
7. Gulyar, S.A. (2018). Accents of the human body electromagnetic balance regulation system. *Photobiol Photomed*, 15(1(24), 52–68. [in English]. <https://doi.org/10.26565/2076-0612-2018-24-07>.
8. Hamblin, M.R. (2017) Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys*. 4(3):337–361. [in English]. <https://doi.org/10.3934/biophys.2017.3.337>.
9. Yamauchi, N., Taguchi, Y., Kato, H., & Umeda, M. (2018). High-power, red-light-emitting diode irradiation enhances proliferation, osteogenic differentiation, and mineralization of human periodontal ligament stem cells via ERK signaling pathway. *Journal of periodontology*, 89(3), 351–360. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0365>.
10. Pantyo, V.V., Danko, E.M., Fizer, M.M., Koval, G.M. & Pantyo, V.I. (2022). Impact of polarized low-intense radiation and photosensitizers on growth of *Staphylococcus aureus*. *Bulletin of problems biology and medicine*. Issue 2 part 2 (165), 12–16. [in English]. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2022-2-2-165-12-16>.

-
11. Tonetti, M.S., Jepsen, S., Jin, L., & Otomo-Corgel, J. (2017). Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind: A call for global action. *Journal of clinical periodontology*, 44(5), 456–462. [in English]. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12732>.
 12. Chang, P. C., Chien, L. Y., Ye, Y., & Kao, M. J. (2013). Irradiation by light-emitting diode light as an adjunct to facilitate healing of experimental periodontitis in vivo. *Journal of Periodontal Research*, 48(2), 135–143. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.2012.01511.x>.
 13. Wu, Y., Zhu, T., Yang, Y., Gao, H., Shu, C., Chen, Q. & Wang, Y. (2021). Irradiation with red light-emitting diode enhances proliferation and osteogenic differentiation of periodontal ligament stem cells. *Lasers in Medical Science*, 36, 1535–1543. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03278-1>.
 14. Theodoro, L. H., Marcantonio, R. A. C., Wainwright, M., & Garcia, V. G. (2021). LASER in periodontal treatment: is it an effective treatment or science fiction?. *Brazilian oral research*, 35(Supp 2), e099. [in English]. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0099>.
 15. Soares, G. M., Figueiredo, L. C., Favari, M., Cortelli, S. C., Duarte, P. M., & Feres, M. (2012). Mechanisms of action of systemic antibiotics used in periodontal treatment and mechanisms of bacterial resistance to these drugs. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 20(3), 295–309. [in English]. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572012000300002>.
 16. Shrivastava, D., Natoli, V., Srivastava, K. C., Alzoubi, I. A., Nagy, A. I., Hamza, M. O., Al-Johani, K., Alam, M. K., & Khurshid, Z. (2021). Novel Approach to Dental Biofilm Management through Guided Biofilm Therapy (GBT): A Review. *Microorganisms*, 9(9), 1966. [in English]. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091966>.
 17. Smiley, C. J., Tracy, S. L., Abt, E., Michalowicz, B. S., John, M. T., Gunsolley, J., Cobb, C. M., Rossmann, J., Harrel, S. K., Forrest, J. L., Hujoel, P. P., Noraian, K. W., Greenwell, H., Frantsve-Hawley, J., Estrich, C., & Hanson, N. (2015). Systematic review and meta-analysis on the nonsurgical treatment of chronic periodontitis by means of scaling and root planing with or without adjuncts. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 146(7), 508–24.e5. [in English]. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2015.01.028>.