

DOI: <https://doi.org/10.26565/3083-5607-2025-5-06>
УДК: 615.473:615.832.97/98



Вплив оксигенації в умовах локальної гіпотермії на мікроциркуляторне русло і кисневий режим тканин пародонту

Куцєвляк В.Ф.¹, <https://orcid.org/0000-0003-3894-5432>, e-mail: vvalkuts@gmail.com
Любченко О.В.², <https://orcid.org/0009-0002-2914-6751>, e-mail: ukrolub@gmail.com

¹Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Міністерства освіти і науки України, Харків, Україна

²Харківський національний медичний університет
Міністерства охорони здоров'я України, Харків, Україна

The effect of oxygenation in local hypothermia on the microvascular network and oxygen capacity of periodontal tissues

Kutsevliak V.F.¹, <https://orcid.org/0000-0003-3894-5432>, e-mail: vvalkuts@gmail.com
Liubchenko O.V.², <https://orcid.org/0009-0002-2914-6751>, e-mail: ukrolub@gmail.com

¹V.N. Karazin Kharkiv National University
of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
²Kharkiv National Medical University
of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Ключові слова:

пародонтит, мікроциркуляторне русло, оксигенація, локальна гіпотермія, кисневий режим тканин пародонту.

Для кореспонденції:

Куцєвляк Валентина Федорівна
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, кафедра стоматології; майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;
e-mail: vvalkuts@gmail.com

© Куцєвляк В.Ф., Любченко О.В., 2025

РЕЗЮМЕ

Актуальність. Стаття присвячена вивченню ефективності впливу оксигенації в умовах локальної гіпотермії на мікроциркуляторне русло і кисневий режим тканин пародонту. У 75–85 роках минулого століття почав розвиватися новий напрямок кіомедицини, який базується на тому, що дозовані охолодження патологічних утворень мають нервово-рефлекторний ефект, виражену стимулюючу дію на процеси регенерації в осередку гострого або хронічного запалення. Дія низьких температур у терапевтичному діапазоні нами була застосована у поєднанні з оксигенацією у пацієнтів з генералізованим пародонтитом.

Мета роботи – підвищення ефективності лікування хворих на генералізований пародонтит шляхом впливу на пародонт оксигенації в умовах локальної гіпотермії.

Матеріали та методи. Нами обстежено та проведено комплексне лікування 348 пацієнтів із генералізованою формою пародонтиту.

У кожній групі спостережень виділяли основну та контрольну групу. Чисельність контрольних груп за кожним ступенем генералізованого пародонтиту склала 30 осіб, решта належала до основних груп.

Обстеження та комплексне лікування проводили за загальноприйнятими принципами, а особливу увагу звертали на стан капілярного русла, яке контролювали за допомогою реопародонтограм та кисневого режиму тканин, який контролювали за допомогою полярографії.

Результати. Аналіз реографічних досліджень проводили за результатами якісної та кількісної оцінок.

До лікування зміни реограм вказували на збільшення тоничної напруги судинної стінки, зниження еластичності судин і утруднений приплив крові.

Після проведеного курсу лікування відбулися зміни всіх показників, що характеризують кисневий режим пародонту.

Висновки. При підведенні підсумків викладеного слід зазначити, що локальна гіпотермія, що застосовується як місцевий неспецифічний стимулятор тканини, сприяє покращенню кровообігу, знеболюванню, протизапальній дії. Одночасне насичення тканин киснем стимулює в ній оксидаційні процеси та негативно впливає на життєдіяльність мікроорганізмів.

Для цитування:

Куцєвляк В.Ф., Любченко О.В. Вплив оксигенації в умовах локальної гіпотермії на мікроциркуляторне русло і кисневий режим тканин пародонту. *Харківський стоматологічний журнал*. 2025. Т. 2, № 3(5). С. 340–349. DOI: <https://doi.org/10.26565/3083-5607-2025-5-06>

Key words:

periodontitis, microcirculatory network, oxygenation, local hypothermia, oxygen capacity of periodontal tissues.

For correspondence:

Kutsevliak Valentyna Fedorivna
V.N. Karazin Kharkiv National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Department of Dentistry; 4 Svobody Sq., Kharkiv, Ukraine, 61022; e-mail: vvalkuts@gmail.com

© *Kutsevliak V.F., Liubchenko O.V., 2025*

ABSTRACT

Background. The article covers the study of the effect of oxygenation in local hypothermia on the microcirculatory network and oxygen capacity of periodontal tissues. In 1975-1985, a new field of cryomedicine began to develop, which is based on the fact that graduated cooling of abnormal masses has a nervous and reflex effect, a pronounced stimulating effect on the regeneration in the acute or chronic inflammation site.

We used the effect of low temperatures in the therapeutic range in combination with oxygenation in patients with generalized periodontitis.

Purpose – is to increase the treatment efficacy in patients with generalized periodontitis using oxygenation of periodontal tissues in local hypothermia.

Materials and methods. We examined and provided comprehensive treatment to 348 patients with generalized periodontitis.

Each study group had a main and control group. The number of subjects with generalized periodontitis in the control groups was 30, the remaining subjects were included in the main groups.

Examination and comprehensive treatment were conducted according to generally accepted principles, and special attention was paid to the state of the capillary bed, which was monitored using rheoperiodontography and the oxygen capacity of tissues, which was monitored using polarography.

Results. The analysis of rheographic studies was based on the results of qualitative and quantitative assessments.

Before treatment, changes in rheograms showed increased tonic contraction of the vessel wall, decreased vessel elasticity, and reduced blood flow.

After treatment, all parameters of the oxygen capacity of periodontal tissues changed.

Conclusions. Additionally, local hypothermia, used as a local non-specific tissue stimulant, helps improve blood circulation, pain relief, and anti-inflammatory effects. Simultaneous oxygen saturation of tissues stimulates oxidation and affects the bacterial activity.

For citation:

Kutsevliak VF, Liubchenko OV. The effect of oxygenation in local hypothermia on the microvascular network and oxygen capacity of periodontal tissues. *Kharkiv Dental Journal*. 2025;2(3(5)):340–349. DOI: <https://doi.org/10.26565/3083-5607-2025-5-06>

ВСТУП

Для лікування запальних захворювань пародонту та слизової оболонки ротової порожнини запропоновано безліч різних медикаментозних засобів, проте ефективність їх недостатня. Крім того, застосування в лікувальній медичній практиці хіміопрепаратів та антибіотиків у деяких випадках супроводжується виникненням різноманітних побічних реакцій, іноді небезпечних для життя хворого. Побічна дія при антибіотичній терапії в більшості випадків призводить до алергічних реакцій, пригнічення кровотворення, нефро-, нейро-і гепатотоксичності, реакцій, зумовлених біологічною дією антибіотиків. Одні лікарські речовини малоефективні (антисептики), інші – надають несприятливу побічну дію (антибіотики, гормональні препарати та ін.), треті – пригнічують реактивні властивості запаленої тканини (анілінові барвники, дублячі та в'язучі речовини та ін.). Тому на сьогодні в клінічній медицині ведуться пошуки нових медикаментозних препаратів та засобів лікування, таких як використання лазерної техніки та низькотемпературного впливу (кріохірургія та гіпотермія), які мають виражений терапевтичний ефект без будь-яких несприятливих побічних явищ.

Великий обсяг фундаментальних та прикладних досліджень проведено в Інституті проблем кріобіології та кріомедицини Національної академії наук України, а також у Фізико-технічному інституті низьких температур імені Б.І. Веркіна. Встановлено нові

INTRODUCTION

Different medicinal products have been proposed for the treatment of inflammatory periodontal and oral mucosal diseases, but their efficacy is poor. In addition, chemotherapeutic agents and antibiotics are eventually associated with adverse events, sometimes life-threatening. Adverse events of antibiotic therapy mostly include allergic reactions, aplastic anemia, nephro- and hepatotoxicity, reactions caused by the biological effect of antibiotics. Some pharmaceutical substances are inefficient (antiseptics), others have adverse events (antibiotics, hormones, etc.) and suppress reactions of an inflammatory tissue (aniline dyes, tanning and astringent substances, etc.). Therefore, in the following years, the search for new medicinal products and treatment options, laser technology and low-temperature exposure (cryosurgery and hypothermia), is underway, which have a pronounced therapeutic effect with no adverse events.

Many fundamental and applied studies were conducted at the Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine and the B.I. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering. New patterns have been established in cryodamage and cryoprotection of biological objects, and efficient cold-based treatment options have been developed [2].

Since many oral diseases are associated with hypoxia, we used oxygenation in hypothermia.

закономірності у процесах крипошкодження та крио-захисту біологічних об'єктів різної організації, розроблено ефективні методи лікування на основі застосування холодних впливів [2].

Оскільки багато захворювань ротової порожнини розвиваються на тлі гіпоксії, нами використана в лікувальних цілях оксигенація в умовах гіпотермії.

Разом із інженерами Фізико-технічного інституту низьких температур імені В.І. Веркіна (м. Харків) було створено пристрої, за допомогою яких здійснювалася оксигенація в умовах локальної гіпотермії, (на пристрій та спосіб отримано 3 деклараційні патенти, проте через мовну невідповідність ми їх навести не можемо).

Розробка пристроїв для локальної гіпотермії в стоматології ведеться в основному за двома напрямками: використання парорідинного струменя азоту, а також струменя охолодженого кисню та застосування контактних криохірургічних пристроїв, принцип дії яких заснований на циркуляції криоагенту по замкнутій дросельній системі [1].

У цілому холод справляє такі дії:

- 1) анальгезуючу: місцевоанестезуючу, тобто проти-нацицептивну;
- 2) гемостатичну (припиняє розвиток гематоми);
- 3) протинабрякову;
- 4) протизапальну;
- 5) протиалергенну;
- 6) стимулюючу щодо катаболічних реакцій;
- 7) активізує гіпоталамус-гіпофіз-адренкортикаль-ну систему [3–6].

Локальна гіпотермія широко використовується в медицині – при травмах та гнійних ураженнях кінцівок, при опіках, в акушерстві та генікології, дерматології, при краніоцеребральних операціях, стоматології, лорингології та ін. [7–9].

Локальна гіпотермія застосована нами як місцевий неспецифічний стимулятор тканини, суть якого зводиться до поліпшення кровообігу, знеболювання, протизапальної дії та активізації гіпоталамус-гіпофіз-адренкортикальної системи. При цьому одночасне насичення тканин киснем сприяє підвищенню оксидативних процесів у ній та негативно впливає на життєдіяльність анаеробної мікрофлори.

Мета роботи – підвищення ефективності лікування хворих на генералізований пародонтит шляхом впливу на пародонт оксигенації в умовах локальної гіпотермії.

In collaboration with engineers from the B.I. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering (Kharkiv), we developed devices used for oxygenation in local hypothermia (3 device and method patents were obtained, but we cannot provide them due to language inconsistency).

The devices for local hypothermia in dentistry are mainly developed in the following fields: the use of a vapor-liquid nitrogen jet, as well as a cooled oxygen jet and the use of contact cryosurgical units providing the circulation of the cryoagent through a closed throttle circuit [1].

In general, cold has the following effects:

- 1) analgesic: local anesthetic, i.e. antinociceptive;
- 2) hemostatic (prevents hematoma);
- 3) antiedematous;
- 4) antiinflammatory;
- 5) antiallergic;
- 6) stimulating catabolic reactions;
- 7) activates the hypothalamic-pituitary-adrenal axis [3–6].

Local hypothermia is widely used in medicine (for injuries and purulent lesions of the extremities, burns), in obstetrics and gynecology, dermatology, cranio-cerebral surgeries, dentistry, laryngology, etc. [7–9].

We used local hypothermia as a local non-specific tissue stimulant improving blood circulation, pain relief, and anti-inflammatory effect, and activating the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. At the same time, the simultaneous oxygen saturation of tissues stimulates oxidation and affects the anaerobic activity.

Objective – is to increase the treatment efficacy in patients with generalized periodontitis using oxygenation of periodontal tissues in local hypothermia.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

MATERIALS AND METHODS

Нами обстежено та проведено комплексне лікування 348 пацієнтів із генералізованою формою пародонтиту (використовували в роботі класифікацію Н.Ф. Данилевського, 1994р.) [1]. Легкий ступінь пародонтиту відзначено у 70 хворих, середній – 180 та тяжкий – 98. Вік пацієнтів з легким ступенем 21–30 років, із середнім та тяжким ступенем від 31–40 років і старше.

У кожній групі спостережень виділяли основну та контрольну групу. Чисельність контрольних груп за кожним ступенем генералізованого пародонтиту складала 30 осіб, решта належала до основних груп.

Запропонований спосіб лікування полягає у наступному. Виготовляються назубні капи на верхню та нижню щелепи з м'якої пластмаси для виключення

We examined and provided comprehensive treatment to 348 patients with generalized periodontitis (we used the classification of N.F. Danylevskiy, 1994) [1]. 70 patients had mild periodontitis, 180 – moderate periodontitis and 98 – severe periodontitis. The age of patients with mild periodontitis was 21–30 years, with moderate and severe periodontitis – 31–40 years and older.

Each study group had a main and control group. The number of subjects with generalized periodontitis in the control groups was 30, the remaining subjects were included in the main groups.

The proposed treatment option is as follows. Bite splints are made of soft plastic for the maxilla and mandible to exclude the effect of the cryogen on the dental pulp. The oral cavity is rinsed with an antiseptic

впливу криоагента на пульпу зубів. Порожнина рота прополіскується антисептичним розчином, на зубні ряди накладають капи і проводять вплив охолодженої газової суміші кисню та азоту у співвідношенні 9:1 при температурі потоку $-12...-14^{\circ}\text{C}$. Обробка ураженої ділянки проводиться при постійному переміщенні наконечника з газовою сумішшю по альвеолярному краю ясен верхньої та нижньої щелепи із загальною експозицією – 5 хвилин. Зазначений час впливу достатній для кровонаповнення та насичення киснем судин тканин порожнини рота, що підтверджується функціональними методами дослідження (полярографія, реопародонтографія). Курс лікування складається із 10–12 процедур.

Функціональні методи дослідження дозволили з більшим ступенем достовірності визначати показання та протипоказання до запропонованого патогенетичного лікування.

Як основний критерій при визначенні показань до оксигенації тканин пародонту в умовах локальної гіпотермії використовували реакцію судин пародонту на дію функціональних проб. Функціональні проби поділяють на два основні види: загальної дії на центральну гемодинаміку та місцевого – на досліджувані тканини чи органи.

З метою визначення показань для застосування оксигенації в умовах локальної гіпотермії у комплексній терапії захворювань пародонту вивчали реакцію судин пародонту на функціональні проби загальної та місцевої дії. Як функціональні навантаження використовували пероральне введення вазоактивних речовин (нікотинова кислота – 0,25 мг) та вплив холодом (кубики льоду, поміщені в целофановий мішечок і прикладені до альвеолярного відростка верхньої щелепи на 1 хв.). Реопародонтографію реєстрували до навантажень (фонова РПГ) та через 1; 2; 5; 10; 15; 20 хв.

В результаті досліджень встановлено, що при впливі функціональних проб амплітуда та форма кривої реографічної закономірно змінювалися. У плані показань для застосування оксигенації в умовах локальної гіпотермії, особливо цікавим є час настання змін реопародонтограми під впливом функціональних проб. Оптимальним варіантом є реакція судин пародонту на функціональні проби, що настає через 1–3 хв., досягає максимуму до 6–8-ї та відновлення до 17–20-ї хвилини.

Обстеження та комплексне лікування проводили за загальноприйнятими принципами, а особливу увагу звертали на стан капілярного русла, яке контролювали за допомогою реопародонтограм та кисневого режиму тканин, який контролювали за допомогою полярографії.

solution, bite splints are applied on the dentitions and a cooled gas mixture of oxygen and nitrogen in a ratio of 9:1 at a flow temperature of $-12...-14^{\circ}\text{C}$ is applied. The affected area is treated by constantly moving the tip with the gas mixture along the alveolar ridge of the maxillary and mandibular gums with a total exposure of 5 minutes. The specified exposure time is sufficient for blood filling and oxygen saturation of the oral tissue vessels, which is confirmed by functional study methods (polarography, reoparodontography). The treatment consists of 10–12 procedures.

Functional study methods allowed us to determine the indications and contraindications of the proposed pathogenetic treatment with a greater level of confidence.

The reaction of periodontal vessels to functional tests was used as the main criterion in determining the indications for oxygenation of periodontal tissues in local hypothermia. Functional tests include two main types: general – for central hemodynamics and local – for the studied tissues or organs.

In order to determine the indications for oxygenation in local hypothermia as part of comprehensive treatment of periodontal diseases, the reaction of periodontal vessels to general and local functional tests. As functional loads, oral vasoactive substances (nicotinic acid – 0.25 mg) and cold (ice cubes placed in a cellophane bag and applied to the maxillary arch for 1 min) were used. Reoparodontographic parameters were recorded before loads (background reoparodontography) and after 1, 2, 5, 10, 15, and 20 min.

The studies found that functional tests consistently changed the amplitude and shape of the rheographic curve. In terms of indications for oxygenation in local hypothermia, the time of onset of the rheoperiodontographic changes by functional tests is of particular interest. The optimal option is the reaction of periodontal vessels to functional tests (after 1–3 minutes) reaches a maximum by the minute 6–8 and recovers by the minute 17–20.

Examination and comprehensive treatment were conducted according to generally accepted principles, and special attention was paid to the state of the capillary bed, which was monitored using rheoperiodontography and the oxygen capacity of tissues, which was monitored using polarography.

РЕЗУЛЬТАТИ

RESULTS

Реографічний метод дослідження дозволяє охарактеризувати ступінь кровопостачання даного регіону, за яким можна робити висновки про функціональний стан тканин як у нормі, так і при патологічному стані.

Аналіз реографічних досліджень проводили за результатами якісної та кількісної оцінок.

Якісну оцінку форми реографічної хвилі проводили за характером та крутістю наростання анакроти,

The rheographic method allows us to characterize the degree of blood supply to a specific area, which allows us to conclude on the functional state of both normal and abnormal tissues.

The analysis of rheographic studies was based on the results of qualitative and quantitative assessments.

The rheographic waveform was qualitatively assessed by the nature and slope of the increase in an ana-

катакрити, наявності додаткових хвиль, формі вершини, виразності, розташування інцизури та дикротичної хвилі.

Візуально зміни реопародонтограм (РПГ) у хворих на пародонтити виражалися в заокругленні вершини хвилі, пологої висхідної частини, відсутності відбитої систологічної хвилі, слабо вираженого дикротичного зубця, що має тенденцію наближення до вершини РПГ, розташованого у верхній третині низхідної частини. Описана конфігурація реограм свідчить про збільшення тонічної напруги судинної стінки, зниження еластичності судин і утруднений приплив крові (рис. 1).

croctic limb, decaying limb, the presence of additional waves, the shape of the apex, the expressiveness, the location of the incisure and the dicrotic wave.

Visual changes in rheoperiodontograms in patients with periodontitis were expressed in the rounding of the apex of the wave, the gentle ascending part, the absence of a reflected systolic wave, a weakly pronounced dicrotic wave, which tends to approach the apex of the rheoperiodontograms, located in the upper third of the descending part. The configuration of rheograms shows increased tonic contraction of the vessel wall, decreased vessel elasticity, and reduced blood flow. (Fig. 1)

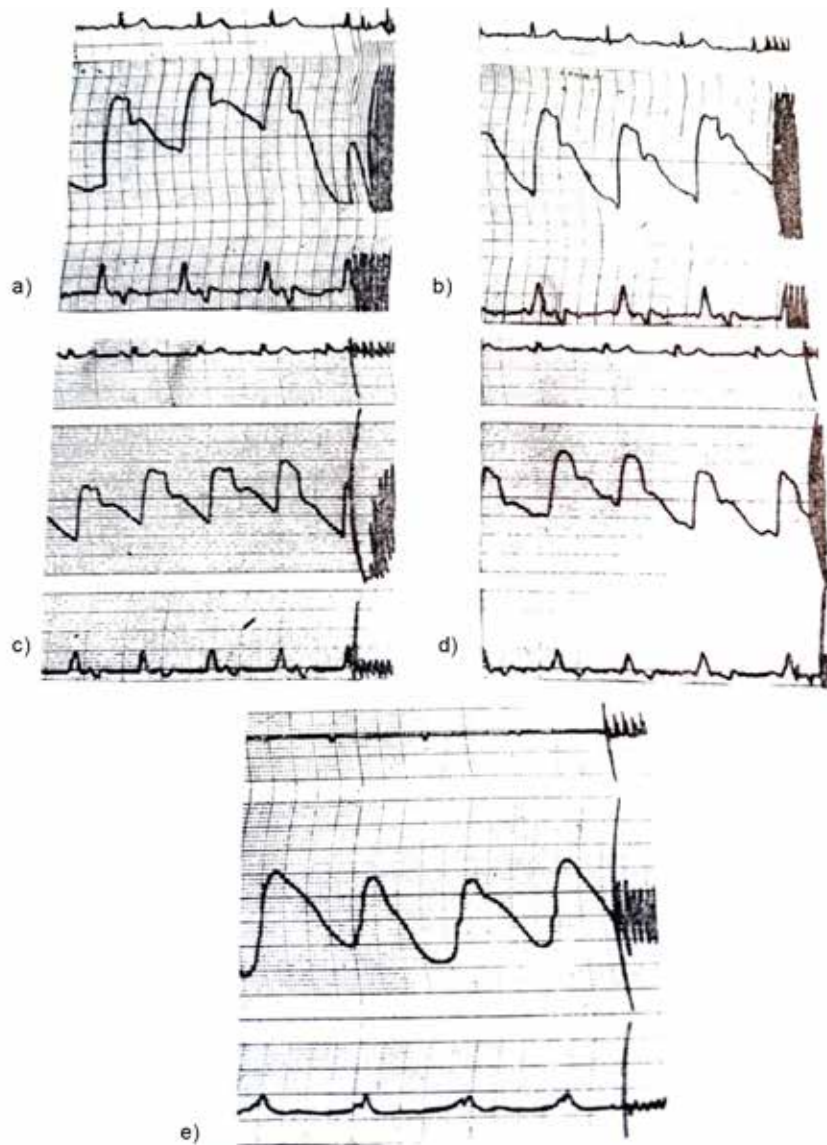


Рис. 1. Реопародонтограма та реограма пальцевої фаланги руки хворого Б., 38 років (історія хвороби №32), діагноз – пародонтит генералізований, середній ступінь тяжкості, загострений перебіг:

- а, с – реопародонтограми верхньої щелепи до та після лікування;
 - б, d – реопародонтограми нижньої щелепи до та після лікування; е – реограма пальцевої фаланги руки
- Fig. 1.** Rheoperiodontogram and rheogram of the finger phalanx of Patient B., 38 years old (Case record №32), acute moderate generalized periodontitis:
- а, с – rheoperiodontograms of the maxilla before and after treatment;
 - б, d – rheoperiodontograms of the mandibula before and after treatment; е – rheogram of the finger phalanx

Кількісну оцінку характеру реографічної хвилі здійснювали за амплітудами реограми (в), швидкого (а) та повільного (с) кровонаповнення, інцизури (d) та часовими показниками: (а) – часу підйому висхідної

The rheographic wave was qualitatively assessed by the amplitudes of the rheogram (c), rapid (a) and poor (c) blood filling, incisure (d) and time indices: (а) – time of rise of the ascending part, (T) – time of the

частини, (Т) – тривалості реограми. На підставі цих даних розраховували реографічний індекс РІ, що відображає ступінь кровонаповнення судин під час систоли; периферичний тонус судин ПТС, що відбиває ступінь тонічної напруги стінок судин; індекс периферичного опору ІПО, що характеризує опір кровотоку з боку досліджуваного судинного регіону; індекс еластичності ІЕ, що відображає ступінь еластичності судинних стінок (Табл. 1) [8].

rheogram. Based on these data, the rheographic index (RI) was calculated, which shows the degree of systolic blood filling of the vessels; peripheral vascular tone (PVT), which shows the degree of tonic contraction of the vessel walls; peripheral resistance index (PRI), which characterizes the flow resistance from the studied vascular area; elasticity index (EI), which shows the degree of elasticity of the vessel walls (Table 1) [8].

Таблиця 1. Реопародонтологічні показники у хворих на генералізований пародонтит
Table 1. Rheoperiodontal parameters in patients with generalized periodontitis

Показники до і після лікування Parameters before and after treatment			Легкий ступінь, група Mild degree, group		Середній ступінь, група Moderate degree, group		Тяжкий ступінь, група Severe degree, group	
			Основна Main group	Контрольна Control group	Основна Main group	Контрольна Control group	Основна Main group	Контрольна Control group
РІ / RI	в/щ u/j	до	0,071±0,004	0,071±0,004	0,058±0,004	0,058±0,004	0,040±0,003	0,040±0,002
		після	0,121±0,006	0,082±0,002	0,080±0,006	0,065±0,003	0,054±0,002	0,046±0,003
	н/щ l/j	до	0,070±0,003	0,070±0,003	0,060±0,002	0,060±0,002	0,041±0,002	0,041±0,003
		після	0,121±0,006	0,081±0,002	0,081±0,005	0,069±0,003	0,058±0,004	0,048±0,004
ПТС / PVT	в/щ u/j	до	19,2±0,8	19,2±0,8	22,6±1,5	23,4±1,1	26,6±1,51	26,6±1,32
		після	15,2±0,7	17,4±0,7	18,1±1,1	21,3±1,4	22,13±1,01	24,2±1,45
	н/щ l/j	до	20,5±0,8	20,5±0,8	23,1±1,1	24,01±1,5	27,06±0,57	26,9±1,5
		після	15,7±0,8	18,8±0,6	18,6±1,4	22,0±2,6	23,04±1,03	24,8±2,1
ІПО / PRI	в/щ u/j	до	90,86±4,43	90,5±3,51	94,7±3,7	94,7±3,7	119,9±4,2	119,9±4,2
		після	79,13±4,31	84,6±3,22	76,9±7,1	82,6±4,1	90,3±2,4	98,1±3,5
	н/щ l/j	до	91,32±3,21	91,4±4,21	97,3±3,8	97,3±3,8	118,0±4,6	118,0±4,6
		після	79,21±3,43	85,0±3,41	76,3±4,7	91,1±3,9	90,9±4,2	97,8±4,5
ІЕ / EI	в/щ u/j	до	76,6±6,7	76,6±6,7	68,0±3,7	68,0±3,2	63,67±3,56	63,3±2,6
		після	85,1±6,2	81,0±5,2	78,7±2,7	76,3±2,0	76,4±5,67	66,2±3,1
	н/щ l/j	до	73,7±6,2	73,7±6,2	71,7±3,3	71,7±3,3	64,1±4,11	64,1±4,11
		після	86,4±6,9	80,1±4,3	78,9±3,8	76,4±4,3	75,01±3,76	67,1±2,8

Примітка:

*дані достовірні на рівні значущості $p < 0,01$.
 в/щ – верхня щелепа; н/щ – нижня щелепа;
 РІ – реографічний індекс;
 ПТС – периферичний тонус судин;
 ІПО – індекс периферичного опору;
 ІЕ – індекс еластичності (РІ – ступінь кровонаповнення судин під час систоли;
 ПТС – ступінь тонічного напруження стінок судин;
 ІПО – опір кровотоку з боку досліджуваного судинного регіону;
 ІЕ – ступінь еластичності судинних стінок)

Note:

*The data are reliable at the significance level $p < 0.01$.
 u/j – upper jaw; l/j – lower jaw;
 RI – rheographic index;
 PVT – peripheral vascular tone;
 PRI – peripheral resistance index;
 EI – elasticity index (RI – degree of systolic blood filling of vessels;
 PVT – degree of tonic contraction of the vessel walls;
 PRI – flow resistance from the studied vascular area;
 EI – degree of elasticity of the vessel walls)

Результати клінічних досліджень були оброблені статистично на IBM PC за допомогою пакета програм (Primer of Biostatistics Version 4.03 by Stanton A. Glantz) для Windows з використанням точного t-критерію Стьюдента за допомогою статистичної програми STATYSTICA 6.0 [10].

The clinical study results were compiled on an IBM PC using the Primer of Biostatistics Version 4.03 by Stanton A. Glantz software package for Windows using the exact Student's t-test using STATYSTICA 6.0. [10].

ОБГОВОРЕННЯ

DISCUSSION

До лікування зміни реограм вказували на збільшення тонічної напруги судинної стінки, зниження еластичності судин і утруднений приплив крові.

Before treatment, changes in rheograms showed increased tonic contraction of the vessel wall, decreased vessel elasticity, and reduced blood flow.

При кількісному аналізі результатів реографічних досліджень виявлено, що в залежності від ступеня та тяжкості процесу в пародонті відзначається різний рівень досліджуваних показників. Так, у міру обтяження процесу зменшується ступінь кровонаповнення судин пародонту, що достовірно підтверджується показником реографічного індексу ($P < 0,01$), спостерігається підвищення судинного тону та зниження еластичності судинних стінок. На величину останнього показника може впливати також віковий фактор.

Після проведеного комплексного лікування зміни реопародонтограм істотно змінилися – дикротична хвиля розташовувалася ближче до середини низхідної частини, істотно поглибилася її інцизура, загострилася вершина реограми.

При кількісному аналізі показників виявлено їх достовірну різницю для основних і контрольних груп.

Порівнюючи досліджувані реографічні показники основних та контрольних груп, слід зазначити, що більшого терапевтичного ефекту досягнуто в основних групах, тобто, у хворих, у комплексному лікуванні яких застосовано оксигенацію в умовах локальної гіпотермії.

Порушення в мікроциркуляторному руслі пародонту призводять до зміни постачання його тканин киснем, при цьому різко змінюється якість тканинного дихання, важливим показником якого є напруга кисню.

Нами виявлено, що при генералізованому пародонтиті спостерігається різний рівень досліджуваних параметрів кисневого режиму в залежності від тяжкості процесу. В результаті досліджень встановлено тенденцію зниження вихідного рівня pO_2 порівняно з легким ступенем генералізованого пародонтиту при середньому ступені – 14,5%, а при тяжкому – на 10,4%. Максимальний рівень pO_2 або «пик кисню» відображає здатність тканини утилізувати кисень і, таким чином, дозволяє оцінювати рівень окисно-відновних процесів, трофіку та функціональний стан досліджуваної тканини. Згідно з отриманими даними, максимальний рівень pO_2 також знижений при середньому ступені на 9,9% порівняно з легким, а при тяжкому ступені збільшений порівняно з легким на 1,7%. Ці дані свідчать про наявність запальної гіперемії, що розвивається на тлі зниженого споживання кисню.

Після проведеного курсу лікування відбулися зміни всіх показників, що характеризують кисневий режим пародонту.

Вихідний рівень pO_2 в основних групах збільшився по відношенню до вихідного рівня при легкому ступені генералізованого пародонтиту на 17,1%, при середньому – на 12,9% і при тяжкому – на 9,1%, а в контрольних групах при легкому ступені – на 4,3%, при середньому – на 3,9% і при тяжкому – на 2,8%.

Максимальний рівень pO_2 зріс в основних групах по відношенню до вихідного рівня за легкого ступеня генералізованого пародонтиту на 35,9%, за середнього – на 30,1% та за тяжкого – на 16,4%. У контрольних групах: за легкого ступеня – на 21,1%, за середнього на 12,5% та за тяжкого – на 8,1%.

Змінилися і тимчасові показники, що вивчаються: швидкість доставки кисню до тканин пародонту збільшилася, отже, час доставки відповідно зменшився – в основних групах: при легкому ступені – на 7,4%, при середньому – 9,2%, при тяжкому – на 16,1%;

The quantitative analysis of the results of rheographic studies showed different levels of the studied parameters depending on the degree and severity of periodontitis. Thus, since periodontitis becomes more severe, the degree of blood filling of the periodontal vessels decreases, which is reliably confirmed by the rheographic index ($p < 0.01$), increased vascular contraction and decreased elasticity of the vessel walls are observed. The latter parameter can also be affected by the age factor.

After comprehensive treatment, the rheoperiodograms significantly changed – the dicrotic wave was closer to the middle of the descending part, its incisures significantly deepened, and the apex of the rheogram sharpened.

The quantitative analysis of the parameters shows their significant difference in the main and control groups.

Comparing the studied rheographic parameters in the main and control groups, it should be noted that a greater therapeutic effect was achieved in the main groups, that is, in patients who received oxygenation in local hypothermia.

Disturbances in the microcirculatory network change the oxygen supply to periodontal tissues, while the tissue respiration changes sharply, an important parameter of which is oxygen tension.

We found that a different level of the studied parameters of the oxygen capacity is observed in generalized periodontitis depending on the severity of generalized periodontitis. The studies showed a tendency to decrease pO_2 at baseline compared to mild generalized periodontitis in moderate generalized periodontitis – 14.5%, and in severe generalized periodontitis – by 10.4%. The peak level of pO_2 or «oxygen peak» shows the ability of the tissue to use oxygen and, thus, this allows us to assess the level of redox processes, blood and nerve supply, and functional state of the studied tissue. According to the data obtained, the peak level of pO_2 is also reduced by 9.9% in moderate generalized periodontitis compared to mild generalized periodontitis, and increased by 1.7% in severe generalized periodontitis compared to mild generalized periodontitis. These data show inflammatory hyperemia secondary to reduced oxygen consumption.

After treatment, all parameters of the oxygen capacity of periodontal tissues changed.

The pO_2 at baseline in the main groups increased compared to baseline in mild generalized periodontitis by 17.1%, in moderate generalized periodontitis – by 12.9% and in severe generalized periodontitis – by 9.1%, and in the control groups in mild generalized periodontitis – by 4.3%, in moderate generalized periodontitis – by 3.9% and in severe generalized periodontitis – by 2.8%.

The peak level of pO_2 increased in the main groups compared to baseline in mild generalized periodontitis by 35.9%, in moderate generalized periodontitis – by 30.1% and in severe generalized periodontitis – by 16.4%. In the control groups: in mild generalized periodontitis – by 21.1%, in moderate generalized periodontitis – by 12.5% and in severe generalized periodontitis – by 8.1%.

The studied time indices also changed: the rate of oxygen delivery to periodontal tissues increased, therefore, the delivery time decreased accordingly; in the main groups: in mild generalized periodontitis –

у контрольних групах: за легкого ступеня – на 2,4%, за середнього – на 3,5%, за тяжкого – на 5,2%.

Після проведеного курсу лікування відмічено зниження часу підйому pO_2 до максимального рівня – в основних групах: за легкого ступеня генералізованого пародонтиту на 19,7%, за середнього – на 14,1%, за тяжкого – на 5,1%; у контрольних групах: за легкого ступеня – на 8,1%, за середнього – на 4,7%, за тяжкого – на 1,9%, що свідчить про нормалізацію метаболічних процесів у тканинах пародонту під дією проведеної терапії.

by 7.4%, in moderate generalized periodontitis – by 9.2% and in severe generalized periodontitis – by 16.1%; in the control groups: in mild generalized periodontitis – by 2.4%, in moderate generalized periodontitis – by 3.5% and in severe generalized periodontitis – by 5.2%.

After treatment, a decrease in the time of rise of pO_2 to the peak level was observed; in the main groups: in mild generalized periodontitis – by 19.7%, in moderate generalized periodontitis – by 14.1% and in severe generalized periodontitis – by 5.1%; in the control groups: in mild generalized periodontitis – by 8.1%, in moderate generalized periodontitis – by 4.7% and in severe generalized periodontitis – by 1.9%, which shows the therapeutic normalization of metabolic processes in periodontal tissues.

ВИСНОВКИ

Викладене вище свідчить, що впровадження нового методу лікування захворювань пародонту забезпечує високий лікувальний ефект, дозволяє зменшити кількість застосовуваних хіміопрепаратів, скорочує час лікування та є безболісним.

При підведенні підсумків викладеного слід зазначити, що локальна гіпотермія, що застосовується як місцевий неспецифічний стимулятор тканини, сприяє покращенню кровообігу, знеболюванню, проти-запальній дії. Одночасне насичення тканин киснем стимулює в них оксидаційні процеси та негативно впливає на життєдіяльність мікроорганізмів. Позитивні результати лікування із застосуванням оксигенації в умовах локальної гіпотермії більш ніж у 348 хворих підтверджені сучасними клінічними та параклінічними методами обстеження, зокрема функціональною діагностикою, та дозволяють рекомендувати зазначений спосіб лікування для впровадження у широку стоматологічну практику.

CONCLUSIONS

Consequently, a new method of treating periodontal diseases has a high therapeutic effect, allows you to reduce the number of chemotherapy agents used, reduces the course of treatment, and is painless.

Additionally, local hypothermia, used as a local non-specific tissue stimulant, helps improve blood circulation, pain relief, and anti-inflammatory effects. Simultaneous oxygen saturation of tissues stimulates oxidation and affects the bacterial activity. The positive results of oxygenation in local hypothermia in more than 348 patients have been confirmed by modern clinical and paraclinical examination techniques, including functional diagnostics, and allow us to recommend this treatment option for implementation in dental practice.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Данилевський М.Ф., Борисенко А.В., Антоненко М.Ю., Сідельнікова Л.Ф., Несин О.Ф., Дікова І.Г. *Терапевтична стоматологія: у 4 т. Т. 3: Захворювання пародонта: підручник для ВНЗ III–IV р. а.* / за ред. А.В. Борисенка. 2-ге вид., переробл. і допов. Київ: Медицина, 2018. 624 с. ISBN 978-617-505-579-3
2. Walladbegi J., Raber-Durlacher J.E., Jontell M., Milstein D.M.J. Hemodynamics of the oral mucosa during cooling: a crossover clinical trial. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, No. 10. P. e19958. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19958>
3. Musi M.E., Sheets A., Zafren K., Brugger H., Paal P., Hözl N., et al. Clinical staging of accidental hypothermia: the Revised Swiss System: recommendation of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). *Resuscitation*. 2021. Vol. 162. P. 182–187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.038>
4. Lott C., Truháľ A., Alfonzo A., Barelli A., González-Salvado V., Hinkelbein J., et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2021. Vol. 161. P. 152–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.011>
5. Кравець О.В., Ехалов В.В., Кріштафор Д.А., Снісарь В.І. Ненавмисна періопераційна гіпотермія. *Запорізький медичний журнал*. 2025. Т. 27, № 2. С. 148–156. DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2025.2.317814>
6. Kim S., Song I.A., Oh T.K. Exposure to postoperative hypothermia and its association with complications after major abdominal surgery: a retrospective cohort study. *Annals of Surgical Treatment and Research*. 2024. Vol. 107, No. 2. P. 120–126. DOI: <https://doi.org/10.4174/ast.2024.107.2.120>
7. Korpan N.N. (Ed.) *Basics of Cryosurgery*. Vienna: Springer, 2001. 326 p. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=PuiLBQAAQBAJ>

REFERENCES

1. Danylevskiy MF, Borysenko AV, Antonenko MYu, Sidelnikova LF, Nesyn OF, Dikova IG. *Therapeutic dentistry: in 4 volumes. Vol. 3: Periodontal diseases: textbook for higher education institutions (III–IV accreditation levels)*. In: Borysenko AV, editor. 2nd ed., revised and supplemented. Kyiv: Medytyna; 2018. 624 p. ISBN 978-617-505-579-3. (in Ukrainian).
2. Walladbegi J, Raber-Durlacher JE, Jontell M, Milstein DMJ. Hemodynamics of the oral mucosa during cooling: a crossover clinical trial. *Heliyon*. 2023;9(10):e19958. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19958>
3. Musi ME, Sheets A, Zafren K, Brugger H, Paal P, Hözl N, et al. Clinical staging of accidental hypothermia: the Revised Swiss System: recommendation of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). *Resuscitation*. 2021;162:182–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.038>
4. Lott C, Truháľ A, Alfonzo A, Barelli A, González-Salvado V, Hinkelbein J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2021;161:152–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.011>
5. Kravets OV, Yekhalov VV, Krishtafor DA, Snisar VI. Unintentional perioperative hypothermia. *Zaporozhye Medical Journal*. 2025;27(2):148–56. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2025.2.317814>
6. Kim S, Song IA, Oh TK. Exposure to postoperative hypothermia and its association with complications after major abdominal surgery: a retrospective cohort study. *Annals of Surgical Treatment and Research*. 2024;107(2):120–6. DOI: <https://doi.org/10.4174/ast.2024.107.2.120>
7. Korpan NN, editor. *Basics of Cryosurgery*. Vienna: Springer; 2001. 326 p. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=PuiLBQAAQBAJ>

- Xu K., Korpan N., Niu L. *Modern Cryosurgery for Cancer*. Singapore: World Scientific, 2012. 940 p. ISBN 978-981-4329-66-8. DOI: <https://doi.org/10.1142/8004>
- Готь І.М., Хомич Н.М., Погранична Х.Р., Пашченко Н.І., Огоновський Р.З. Ефективність застосування локальної гіпотермії після операції атипичного видалення нижніх третих молярів. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 4. С. 253–256. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2011_4_61
- Taherzadeh Chenani Kh., Madadzadeh F. Popular statistical tests for investigating the relationship between two variables in medical research. *Journal of Community Health Research*. 2020. Vol. 9, No. 1. P. 1–3. DOI: <https://doi.org/10.18502/jchr.v9i1.2568>
- Xu K, Korpan N, Niu L. *Modern Cryosurgery for Cancer*. Singapore: World Scientific; 2012. 940 p. ISBN 978-981-4329-66-8. DOI: <https://doi.org/10.1142/8004>
- Hot IM, Khomych NM, Pohranychna KhR, Pashchenko NI, Ohonovskyi RZ. Effectiveness of local hypothermia after surgery for atypical removal of lower third molars. *Bulletin of Problems in Biology and Medicine*. 2011;(4):253–6. (in Ukrainian). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2011_4_61
- Taherzadeh Chenani Kh, Madadzadeh F. Popular statistical tests for investigating the relationship between two variables in medical research. *Journal of Community Health Research*. 2020;9(1):1–3. DOI: <https://doi.org/10.18502/jchr.v9i1.2568>

Обмеження дослідження

Автори рукопису свідомо засвідчують, що представлене дослідження має обмеження, зумовлені його дизайном і виконанням. Узагальнюваність висновків обмежена контекстом; підтвердження потребує проспективних мультицентрових досліджень, обґрунтованим розрахунком потужності, зовнішньою валідацією та дотриманням Належної клінічної практики (Good Clinical Practice – GCP).

Limitations of the study

The authors acknowledge the limitations of this study due to its design and management. The generalisability of the findings is limited by the context; confirmation requires prospective multicenter studies, reasonable power calculations, external validation, and adherence to the principles of Good Clinical Practice (GCP).

Перспективи подальших досліджень

Застосування локальної гіпотермії в стоматології може стати перспективним немедикаментозним методом лікування, що сприяє зменшенню запалення та покращенню оксигенації тканин. Крім стоматології гіпотермія може бути застосована у других напрямках медицини: хірургії, хірургії серця, нейрохірургії, гінекології, офтальмології та інш.

Prospects for further research

The use of local hypothermia in dentistry can become a promising non-drug treatment option that helps reduce inflammation and improve tissue oxygenation. In addition to dentistry, hypothermia can be used in other fields of medicine: surgery, cardiac surgery, neurosurgery, gynecology, ophthalmology, etc.

Конфлікт інтересів

Всі автори подали до редакції заповнену Єдину форму розкриття конфлікту інтересів Міжнародного комітету редакторів медичних журналів «ICMJE» (International Committee of Medical Journal Editors), яка доступна за посиланням:

<http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/>

Автори рукопису свідомо засвідчують про відсутність конфлікту інтересів щодо результатів дослідження.

Conflict of interest

The authors submitted a completed Unified Conflict of Interest Disclosure Form of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) to the editor's office, which is available at:

<http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/>

The authors do not have any actual or potential conflict of interest regarding the results of the study.

Дотримання етичних норм

Автори рукопису свідомо засвідчують, що дослідження проводилось з використанням даних первинної медичної документації. Дослідження проведено відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини, директиви Європейського товариства 86/609 про участь людей у медико-біологічних дослідженнях, а також наказу Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р.

Ethics statement

The authors consciously certify the use of data from source medical records during the study. The study was conducted in accordance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki of the World Medical Association on the ethical principles of medical research involving human subjects, the European Community Directive 86/609 on the participation of humans in biomedical research, as well as the Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 690 dated 23.09.2009.

Використання штучного інтелекту

Автори рукопису свідомо засвідчують, що у процесі проведення дослідження та підготовки цього рукопису не використовували жодних інструментів або сервісів генеративного штучного інтелекту для виконання будь-яких завдань, перелічених у Таксономії делегування завдань генеративному штучному інтелекту «GAIDeT» (Generative Artificial Intelligence Delegation Taxonomy, 2025 р.). Усі етапи роботи – від концептуалізації до фінального редагування – виконані без залучення генеративного штучного інтелекту, виключно авторами.

Use of generative artificial intelligence

The authors consciously certify that they did not use any generative artificial intelligence tools or services to perform any tasks listed in the Generative Artificial Intelligence Delegation Taxonomy (GAIDeT, 2025) during this study or preparation of the article. The authors conducted all the stages of the article – from conceptualization to final editing – were conducted without the use of Generative Artificial Intelligence.

Первинні дані та матеріали

Data availability statement

Автори рукопису свідомо засвідчують, що у роботі використано результати власних клінічних досліджень, що були систематизовані та проаналізовані авторами. Первинні дані включають узагальнені показники пацієнтів, лабораторні результати, протоколи та отримані кількісні характеристики. Всі матеріали збережені в архіві дослідницької групи та можуть бути надані за обґрунтованим запитом до автора-кореспондента, з урахуванням вимог конфіденційності та етичних норм.

The authors consciously certify that the article used the results of their own clinical studies systematized and analyzed by the authors. Primary data include generalized patient parameters, laboratory results, protocols and obtained quantitative characteristics. All materials are preserved in the archive of the study group and may reasonably be requested by the corresponding author, taking into account confidentiality obligations and ethical standards.

Інформація про фінансування

Funding information

Дослідження не мало спонсорської підтримки.

The study was not funded.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Кучевляк Валентина Федорівна – доктор медичних наук, професор, професор кафедри стоматології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України; майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;
e-mail vvalkuts@gmail.com
тел.: +38(067) 77-88-924

Внесок автора: концепція та дизайн дослідження, збір даних, аналіз та інтерпретація даних, написання статті, редагування статті, остаточне затвердження статті.

Любченко Ольга Валеріївна – доктор медичних наук, професор, завідувачка кафедри терапевтичної стоматології арківський національний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України; просп. Науки, буд. 4, м. Харків, Україна, 61022;
e-mail ukrolub@gmail.com
тел.: +38 (067) 961-80-56

Внесок автора: клінічні дослідження, інтерпретація отриманих даних, підбір літературних джерел.

Kutsevliak Valentyna Fedorivna – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Dentistry of the V.N. Karazin Kharkiv National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine; 4 Svobody Sq., Kharkiv, Ukraine, 61022;
e-mail vvalkuts@gmail.com
phone: +38 (067) 77-88-924

Author's contribution: conception and design of the study, data collection, data analysis and interpretation, writing the article, revision of the article, final approval of the article.

Liubchenko Olha Valeriivna – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry of the Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; 4 Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61022;
e-mail ukrolub@gmail.com
phone: +38 (067) 961-80-56

Author's contribution: clinical research, data collection, data analysis and interpretation, selection of literary sources.

Рукопис надійшов
Manuscript was received
05.07.2025

Отримано після рецензування
Received after review
08.08.2025

Прийнято до друку
Accepted for printing
26.08.2025

Опубліковано
Published
29.08.2025